四庫全書

子部

欽定四庫全書

子部

御製歴象考成後編卷三

詳校官欽天監博士臣張天樞

靈臺郎臣倪廷梅覆勘

總校官降調編修臣倉聖脉

校對官教習臣倪廷梅

謄錄監生臣陳振德

繪圖監生臣劉秉仁

御製歴象考成後編卷三

交食數理

交食總論

用日躔月離求實朔望

用兩經斜距求日月食甚時刻及兩心實相距

求月食初虧復圓時刻食既生光附

求日月實徑與地徑之比例視徑附

求影半徑及影差

求黃道高弧交角

求月食初虧復圓併徑黃道交角即緯差角

求白經高弧交角

求高下差

求日食食甚真時及兩心視相距

求日食初虧復圓時刻方位附

求日食帶食

交食總論

日月相會為朔相對為望朔而同度同道則月掩日而日為之食望而同度同道則月亢日而月為之食朔望日月皆東西同度而南北不皆同道同道則食顧推步之法月食猶易而日食最難以月在日下人在地面隨時隨處所見常不同也自大衍以至授時其法寖備我朝用西法推驗尤請上編言之詳矣近日西人噶西尼等益復精求立為新表其理不越乎昔人之範圍而其用意細密又有出於昔人所未及者如求實朔實望用前後

二時日月實行為比例昔之用平朔平望實距弧者未之及也日月兩心相距最近為食甚兩周初切為初虧初離為復圓皆用兩經斜距為比例昔之用月距日實行者未之及也日食用圖算月之視行不與白道平行帶食日在地平視差即圓之半徑月之視距即見食之淺深昔之言視差者亦未之及也雖其數所差無多而其法實屬可取其他或因屢測而小有變更或因屢算而益求簡捷則又考驗之常規而推步所當從也各為之説如左

用日躔月離求實朔望

從來求實朔望有二法一用本日次日兩子正日月黄道實行度比例其相會之時刻為實朔相對之時刻為實望推逐月朔望用之見下編推合朔弦望法以已有本年逐日之日躔月離故也一用本年首朔先求本月平朔望之時刻然後求其平行實行之差比例加減而得實朔望之時刻推交食用之見上編朔望有平實之殊篇及下編推日食月食法因上考往古下推將來不必逐日悉推其躔離而即可逕求其朔望故也斯二法誠不可偏廢但

從前交食求平行實行之差太陰惟用初均故甚整齊簡易今求太陰初均又有諸平均之加減既屬繁難而黄白大距又時時不同非推月離不得其準故今交食推實朔望合二法而兼用之先推平朔望以求其入交之月次推本日次日兩子正之日躔月離以求其實朔望之時又推本時次時兩日躔月離以比例其時刻較之舊法似為紆遠然太陰之行甚速因遲疾差之故一日之内行度時時不同且平行實行之差大者至八九度則平朔望與實朔望之相距

即至十有餘時今以前後兩時相比例較之止用兩子正實行度相比例者固為精密即較之以距時為比例者亦又加詳矣

用兩經斜距求日月食甚時刻及兩心實相距

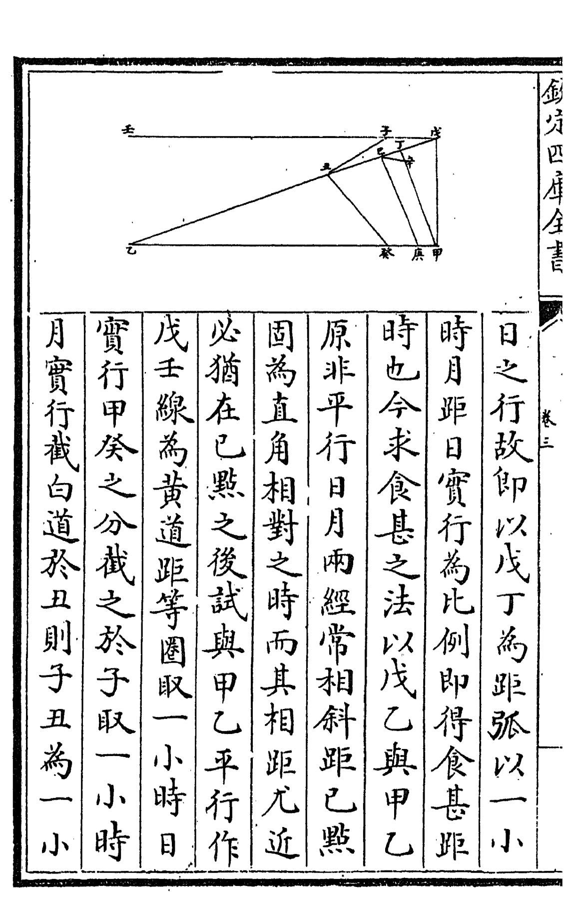
新法算書以實朔用時即為日食食甚用時以實望用時即為月食食甚時刻皆黄白同經太陰自道度與太陽黄道度相等為黄白同經上編以此時兩心斜距猶遠惟自白極過太陽作經圈與白道成直角太陰臨此直角之點兩心相距最近始為食甚故以白道升度差為食甚距弧以一小時月距日實行比例得時分與實朔望用時相加減方為食甚時刻月食即食甚時刻日食為食甚用時其法較前為加密矣見月食五限時刻日食三限時刻篇近日西法用日躔月

離比例求實朔望是為黄道同經較之新法算書去食甚為尤遠而其求食甚之法則亦以兩心相距最近為食甚實緯以實朔望太陰距最近點之度為食甚距弧又以黄白二道原非平行而日月兩經常相斜距若以太陽為不動則太陰如由斜距線行故求兩心相距最近之線不與白道成直角而與斜距線成直角其距弧變時亦不以月距日實行度為比例而以斜距度為比例較之上編為尤近焉雖度分時刻所差無多而其理更為細密圖說詳著於左

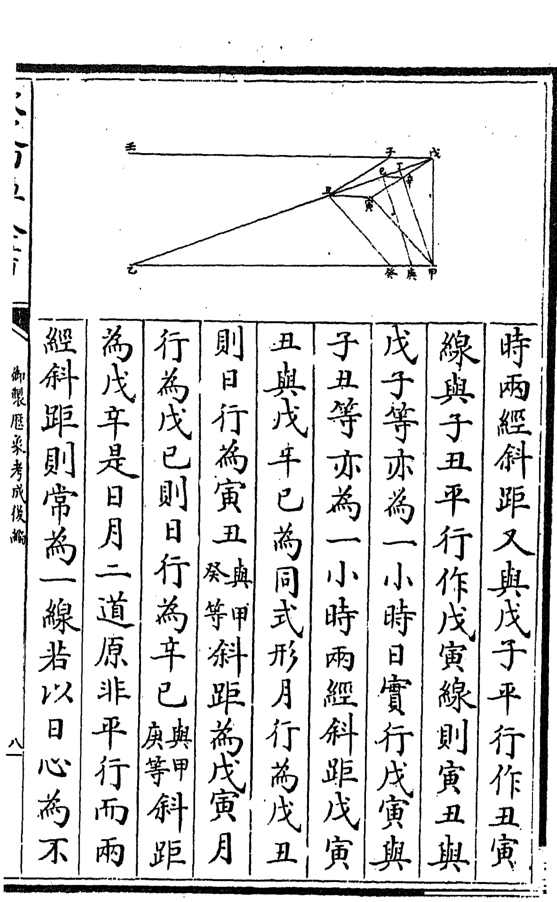
如圖甲乙為黃道丙乙為白道乙角為中交新法算書以日心在甲月心在丙為實朔影心在甲月心在丙為實望甲乙與丙乙等是為黃白同經無另求食甚之法上編以月行至丁為食甚甲丁距緯與白道成直角較甲丙為近故丙丁為食甚距弧以月距日實行比例得時分加於丙點實朔望之時刻方為食甚時刻今用日

躔月離黃道度算則以日心在甲月心在戊為實朔影心在甲月心在戊為實望甲戊距緯與黃道成直角是為黃道同經戊之去丁較丙丁為尤遠按工編之法當以甲乙黃道度求丁乙白道升度與戊乙太陰距交白道度相減餘戊丁為食甚距弧而仍以甲丁距緯為食甚兩心實相距夫日月各有行分日在甲月既在戊逮

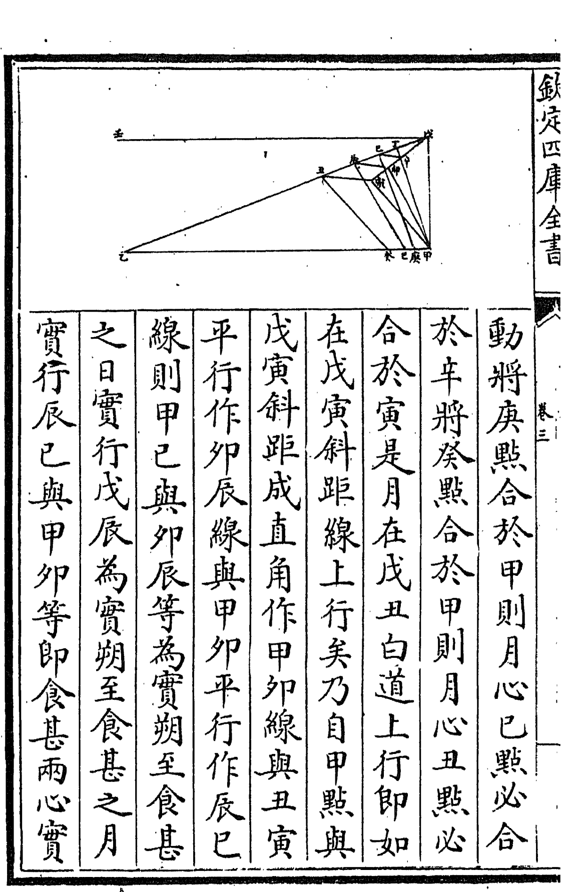
月由戊行至丁則日亦不在甲而顧謂甲丁為食甚兩心實相距戊丁為食甚距弧者蓋月由戊行至己則日由甲行至庚庚己與甲丁平行甲庚與辛己等庚己與甲辛等丁己與辛己甲丁與庚己皆相差無多故借甲丁為與庚己等為兩心實相距借丁己為與辛己等為日行月食為影心行與日行等而戊己原為月行則戊丁即為月距



日之行故即以戊丁為距弧以一小時月距日實行為比例即得食甚距時也今求食甚之法以戊乙與甲乙原非平行日月兩經常相斜距己點固為直角相對之時而其相距尤近必猶在己點之後試與甲乙平行作戊壬線為黃道距等圈取一小時日實行甲癸之分截之於子取一小時月實行截白道於丑則子丑為一小

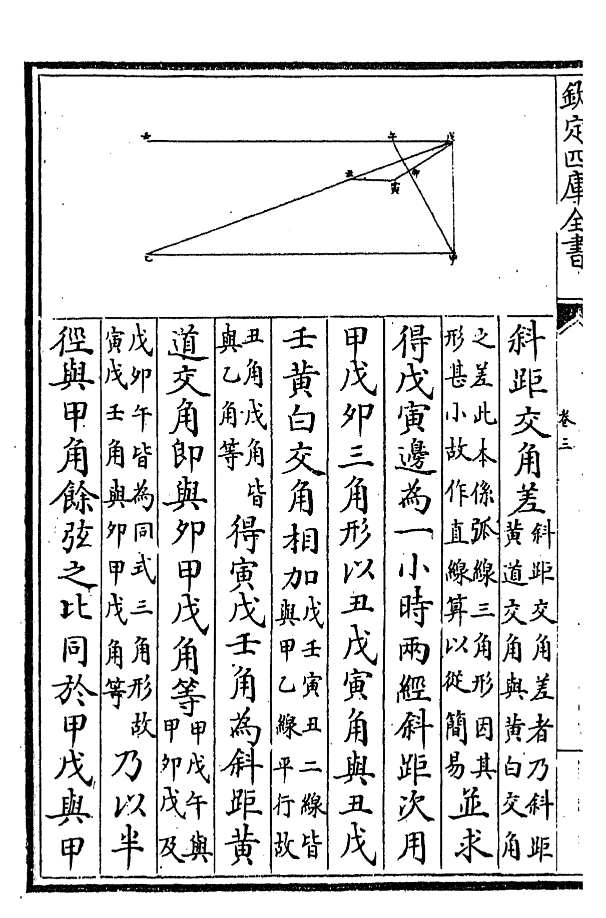


時兩經斜距又與戊子平行作丑寅線與子丑平行作戊寅線則寅丑與戊子等亦為一小時日實行戊寅與子丑等亦為一小時兩經斜距戊寅丑與戊辛己為同式形月行為戊丑則日行為寅丑（與甲癸等）斜距為戊寅月行為戊己則日行為辛己（與甲庚等）斜距為戊辛是日月二道原非平行而兩經斜距則常為一線若以日心為不



動將庚點合於甲則月心巳點必合於辛將癸點合於甲則月心丑點必合於寅是月在戊丑白道上行即如在戊寅斜距線上行矣乃自甲點與戊寅斜距成直角作甲卯線與丑寅平行作卯辰線與甲卯平行作辰巳線則甲巳與卯辰等為實朔至食甚之日實行戊辰為實朔至食甚之月實行辰巳與甲卯等即食甚兩心實

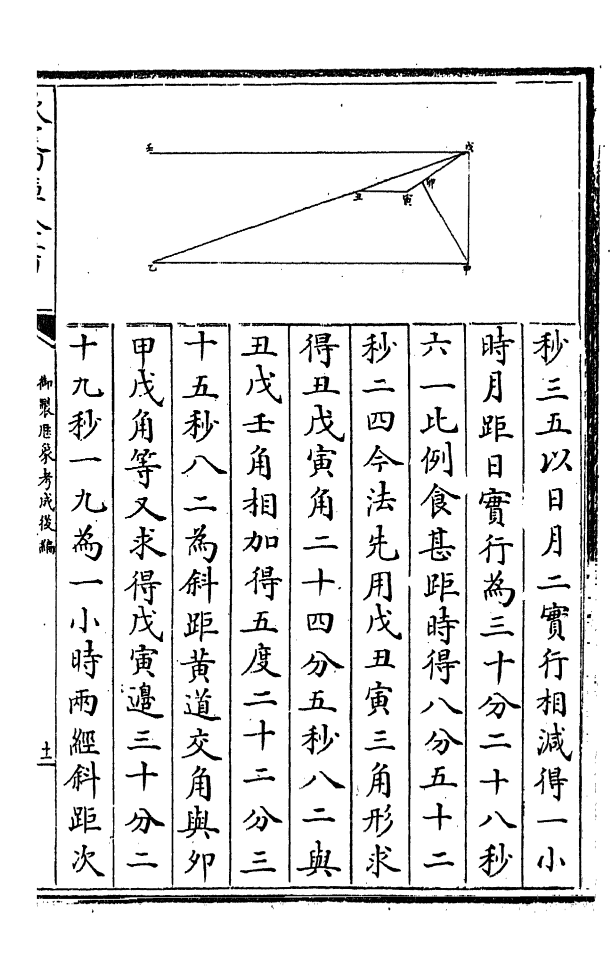
相距甲卯相距之近尤近於甲辛甲卯為股甲辛為弦股必短於弦也是月心臨於辰點方為食甚其實行在巳點後也若以日心為不動將巳點合於甲則月心辰點必合於卯故戊卯為食甚距弧求之之法先用戊丑寅三角形寅丑邊為一小時日實行戊丑邊為一小時月實行丑角與乙角等即本時黃白交角用切線分外角法求得戊角為



斜距交角差斜距交角差者乃斜距黃道交角與黃白交角之差此本係弧線三角形因其形甚小故作直線算以從簡易並求得戊寅邊為一小時兩經斜距次用甲戊卯三角形以丑戊寅角與丑戊壬黃白交角相加戊壬寅丑二線皆與甲乙線平行故丑角戊角皆與乙角等得寅戊壬角為斜距黃道交角即與卯甲戊角等甲戊午與甲卯戊及戊卯午皆為同式三角形故寅戊壬角與卯甲戊角等乃以半徑與甲角餘弦之比同於甲戊與甲

卯之比（此亦作直線算）而得甲卯為食甚兩心實相距又以半徑與甲角正弦之比同於甲戊與戊卯之比而得戊卯為食甚距弧然後以戊寅一小時兩經斜距為一率一小時為二率戊卯食甚距弧為三率求得四率為食甚距時蓋月行為戊辰日行為卯辰斜距為戊卯戊卯卯辰三角形與戊寅丑三角形為同式比例也今設乙角為

四度五十八分三十秒丁甲戊角戊丑寅角丑戊壬角皆與乙角等甲乙為實朔太陰黃道距中交前十度戊甲為太陰距黃道北五十一分五十七秒六五寅丑為一小時日實行二分二十七秒八五戊丑為一小時月實行三十二分五十六秒四六舊法用甲乙戊三角形求得甲丁兩心實相距為五十一分四十五秒九〇戊丁距弧為四分三十



秒三五以日月二實行相減得一小時月距日實行為三十分二十八秒六一比例食甚距時得八分五十二秒二四今法先用戊丑寅三角形求得丑戊寅角二十四分五秒八二與丑戊壬角相加得五度二十二分三十五秒八二為斜距黃道交角與卯甲戊角等又求得戊寅邊三十分二十九秒一九為一小時兩經斜距次

用甲卯戊三角形求得甲卯兩心實相距為五十一分四十三秒九三比甲丁近二秒戊卯距弧為四分五十二秒一三以戊寅兩經斜距比例食甚距時得九分三十四秒九四比戊丁距時遲四十三秒是為兩心相距最近之時若實朔望在交後則日由乙向甲月由乙向戊兩心以漸而遠食甚在實朔望前距時比舊為早其

法並同

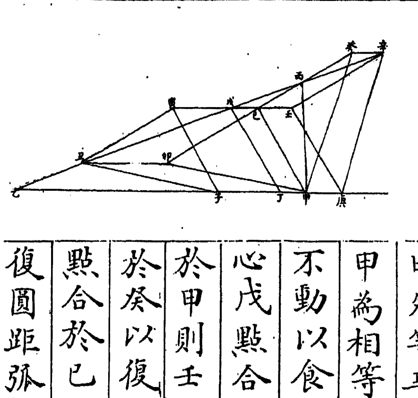
求月食初虧復圓時刻食既生光附

月食求初虧復圓時刻以食甚實緯為一邊併徑為一邊以實緯交白道之角為直角用正弧三角形法求得初虧復圓距食甚之弧以一小時月距日實行比例得時分與食甚時刻相加減即得初虧復圓時刻初虧減復圓加上編言之詳矣見月食五限時刻篇今以弧線可作直線算故用勾弦求股之法即得距弧至以距弧變時則以一小時兩經斜距為比例蓋食甚兩心實相距既與斜距成直角則初虧復圓之併徑亦與斜距

成勾股故仍以斜距比例時分也圖說并著於左

如圖甲乙為黃道丙乙為白道乙角為黃白交角實望時地影心在甲月心在丙食甚時地影心在丁月心在戊戊丁為食甚兩心實相距與甲巳等丙巳為食甚距弧初虧時地影心在庚月心在辛辛戊為初虧至食甚之月實行庚丁為初虧至食甚之日實行與壬戊等辛壬為初虧至食甚

日月兩行之斜距與癸巳等即初虧距弧理與食甚同庚壬即食甚兩心實相距與甲巳等庚辛為併徑與甲癸等復圓時地影心在子月心在丑戊丑為食甚至復圓之月實行丁子為食甚至復圓之日實行與戊寅等寅丑為食甚至復圓日月兩行之斜距與巳卯等即復圓距弧子寅即食甚兩心實相距與甲巳等子丑為併徑與



甲夘等辛壬庚癸己甲丑寅子夘己甲為相等四股勾形若以地影心為不動以食甚影心丁點合於甲則月心戊點合於己以初虧影心庚點合於甲則壬點合於己而月心辛點合於癸以復圓影心子點合於甲則寅點合於己而月心丑點合於夘初虧復圓距弧即與癸夘斜距合為一線矣故今求初虧復圓距弧即用癸己

甲勾股形以巳甲為勾癸甲為弦求得癸巳股與巳卯等為初虧復圓距弧夫癸巳與巳卯二弧既皆為兩經斜距則以二弧變時亦當與斜距為比例故以一小時兩經斜距與一小時之比同於癸巳或巳卯初虧復圓距弧與初虧復圓距時之比也若食既生光則甲癸甲卯二線為月半徑與影半徑相減之較其法并與初虧

復圓同

求日月實徑與地徑之比例 視徑附

從來算家謂日月之在天其實徑原為一定之數而視徑之大小則因距地有遠近而時時不同然所謂實徑者仍以視徑之大小距地之遠近比例而得今日月本天心之距地心數皆與舊不同則日月距地之遠近亦因之而各異且視徑之大小古今所測相差惟在分秒之間在器只爭毫釐而在數已差千百則實徑究亦未有一定之數也新法算書載日實徑為地徑之五倍有餘中距日天半徑與地半徑之比

例為一與一千一百四十二月實徑為地徑百分之二十七強中距朔望時月天半徑與地半徑之比例為一與五十六又百分之七十二上編仍之以推最高日天半徑與地半徑之比例為一與一千一百六十二最卑日天半徑與地半徑之比例為一與一千一百二十一（見日躔地半徑差篇）最高朔望時月天半徑與地半徑之比例為一與五十八又百分之一十六最卑朔望時月天半徑與地半徑之比例為一與五十四又百分之八十四（見交食日月距地與地半徑之比例篇）今監臣戴進

賢等據西人近年所測日天半徑與地半徑之比例最高為一與二萬零九百七十五中距為一與二萬零六百二十六最卑為一與二萬零二百七十七月天半徑與地半徑之比例最高為一與六十三又百分之七十七中距為一與五十九又百分之七十八最卑為一與五十五又百分之七十九詳本編日躔月離地半徑差篇又用遠鏡儀西人默爵所製以遠鏡加衡為窺管測得日視徑最高為三十一分四十秒中距為三十二分一十二秒最卑為三十二分四十五秒月視徑最高為二十九分

二十三秒中距為三十一分二十一秒最卑為三十三分三十六秒用此數推算日實徑為地徑之九十六倍又十分之六月實徑為地徑百分之二十七小餘二六強夫月實徑與舊大致相符而日實徑差至十九倍者蓋今所測日距地數比舊原大十八倍餘則日實徑比舊大十九倍止為大十八分之一故今之日視徑亦比舊大十八分之一是則視徑之大小固各得之實測要亦合諸推算以成一家之言至於日體純陽其光恒溢於常徑之外新法算書謂周圍

皆大一分今說謂大一十五秒故推日食之法必於併徑內減去太陽光分一十五秒餘與視緯相較方為受食之分而日之本徑則仍帶光分算其理固應爾也測算之法並見上編

求影半徑及影差

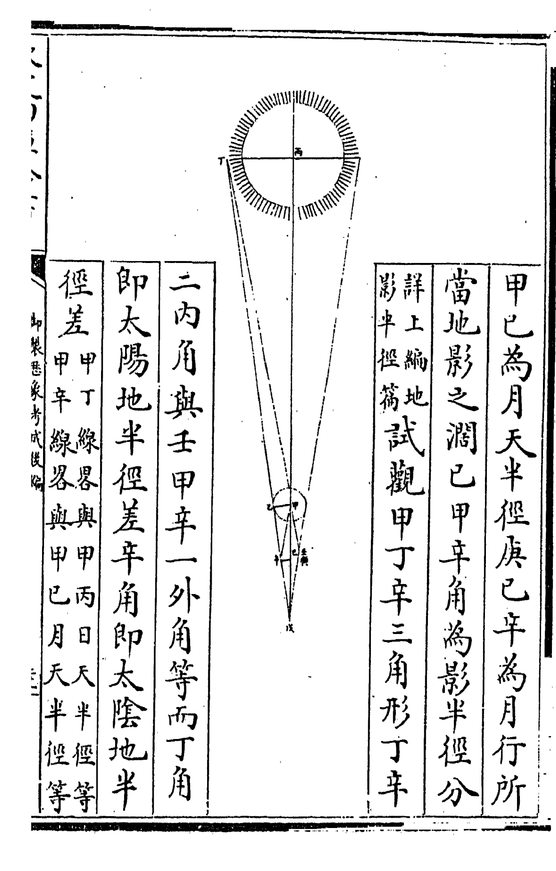
地影半徑之大小由於太陽距地有遠近及太陰距地有髙卑故先以太陽在最髙所生之大影為率求得太陰從髙及卑所當地影之濶為影半徑又以太陽從髙及卑所生各影小於大影之較為影差與影半徑相減乃為實影半徑上編言之詳矣見地影半徑篇今以三角形之理考之日月兩地半徑差相併即與日半徑影半徑相併之數等而日月地半徑差及日半徑皆推交食所必用之數且又皆由距地之高卑遠

近而生故近日西法皆不用另求影半徑惟以日月兩地半徑差相加内減去日半徑餘即為實影半徑以影差已在其中也此外又有視影之說蓋以地上有蒙氣差能映小為大則太陽實徑必小於視徑實徑小則影大矣又月食時日在地下蒙氣轉蔽日光則地影視徑必凡大於實徑計其所大之分約為太陰地半徑差六十九分之一故又以此為影差與實影半徑相加為視影半徑則所謂影差者名雖同而義實異也總之算家立說古今不必相同然測驗皆

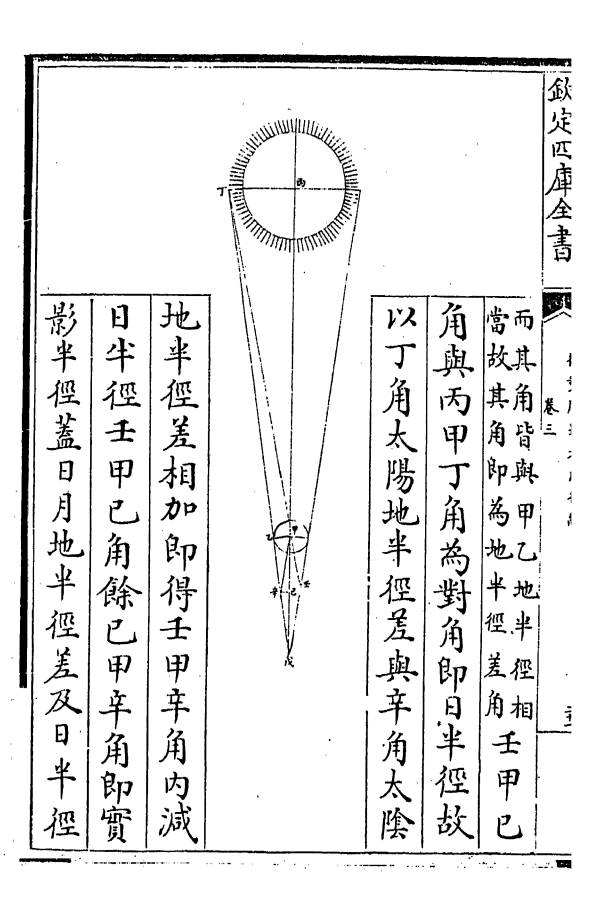
期於合天而推步必歸於有據舊說謂太陽有光分能侵地影使小今說謂地周有蒙氣能障地影使大此亦極不同之致矣然最大影半徑舊為四十六分四十八秒今為四十六分五十一秒相差不過三秒最小影半徑舊為四十二分三十八秒今為三十八分二十八秒相差四分有餘蓋地影之大小固由於太陽距地之遠近及太陰距地之高卑而太陰所關為尤重查最卑太陰距地今昔相差不過百分地半徑之九十五最高太陰距地則相差至百分地半徑

之五百六十一夫月之距地既因两心差而不同則月徑與影徑遂亦因之而各異要皆據一時之所測設法推步以求合而非為臆說也圖說詳著於左

如圖甲乙為地半徑甲丙為日天半徑丙丁為日半徑從丁切乙作光線與丙甲線交於戊甲戊為地影之長



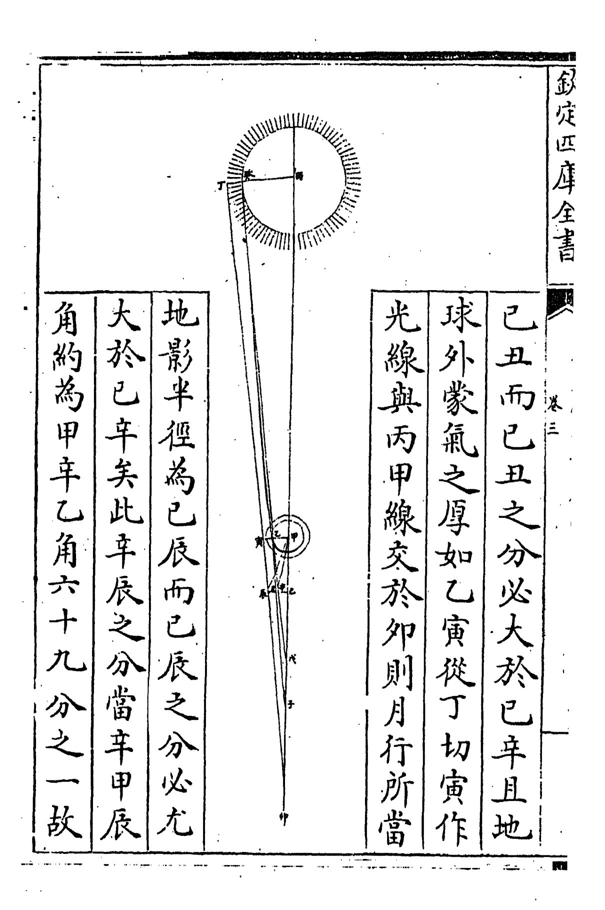
甲巳為月天半徑庚巳辛為月行所當地影之濶巳甲辛角為影半徑分詳上編地影半徑篇試觀甲丁辛三角形丁辛二內角與壬甲辛一外角等而丁角即太陽地半徑差辛角即太陰地半徑差甲丁線畧與甲丙日天半徑等甲辛線畧與甲巳月天半徑等



而其角皆與甲乙地半徑相當故其角即為地半徑差角壬甲己角與丙甲丁角為對角即日半徑故以丁角太陽地半徑差與辛角太陰地半徑差相加即得壬甲辛角內減日半徑壬甲己角餘己甲辛角即實影半徑蓋日月地半徑差及日半徑

既因日月距地之高卑遠近而時時不同故所得影半徑即為本時之實影半徑不復有影差也又蒙氣映小

為大丙丁為太陽視半徑丙癸為太陽實半徑從癸切乙作光線與丙甲線交於子則月行所當地影半徑為



已丑而已丑之分必大於已辛且地球外蒙氣之厚如乙寅從丁切寅作光線與丙甲線交於夘則月行所當

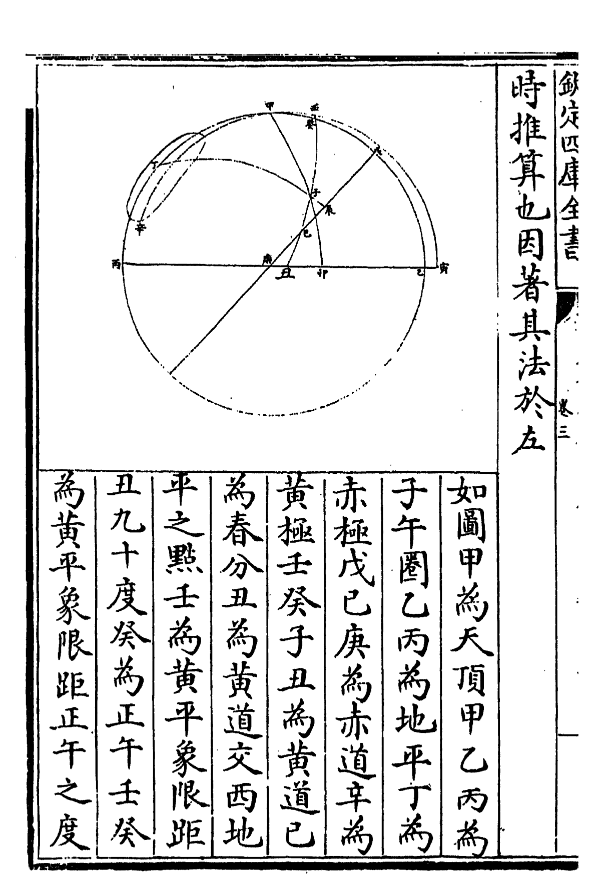
地影半徑為已辰而已辰之分必尤大於已辛矣此辛辰之分當辛甲辰角約為甲辛乙角六十九分之一故

又以此為影差與實影半徑己甲辛
角相加得己甲辰角為視影半徑也

求黃道高弧交角

求交食方位及日食三差皆用黃道高弧交角上編月食方位求交角之法與日食三差之求交角者微有不同而畧為簡易葢各圈相交皆成弧線三角形轉換相求法可相通而理實一致彼此互相發也近日西法又以黃道赤經交角與赤經高弧交角相加減而得黃道高弧交角用以求月食方位繁簡大槪相同而用以求日食三差則甚為省便葢黃道隨天西轉其象時時不同而黃道赤經交角無異不須逐

時推算也因著其法於左

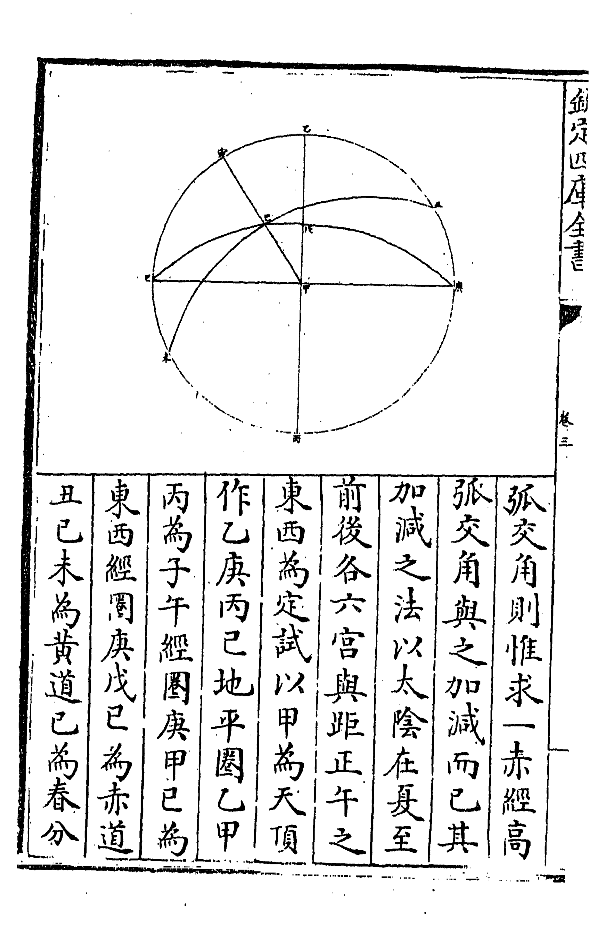


如圖甲為天頂甲乙丙為子午圈乙丙為地平丁為赤極戊己庚為赤道辛為黃極壬癸子丑為黃道己為春分丑為黃道交西地平之點壬為黃平象限距丑九十度癸為正午壬癸為黃平象限距正午之度

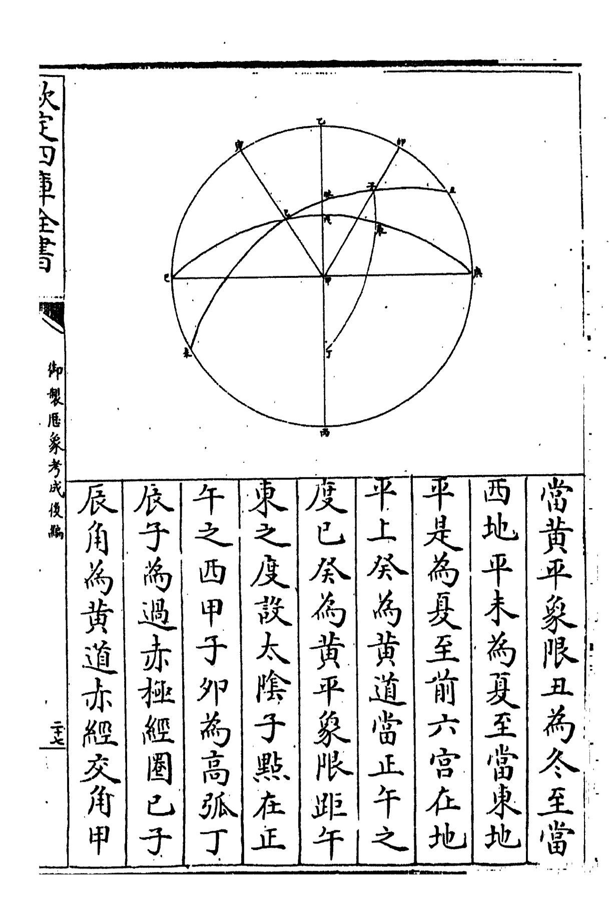
壬寅為黄平象限距地平之度即丑角度子為太陰實行經度日食即為太陽經度月食為太陽對衝地影之經度子巳為太陰距春分後之經度子壬為太陰距黄平象限之度甲子卯為高弧丁子辰為赤道經圈辰巳為赤道同升度戊辰為太陰距正午赤道

度日食即太陽距午正赤道度月食為太陽距子正赤道度丑子夘角為黃道高弧交角求之之法先用戊己弧求癸己癸戊二弧及癸角次求癸丑弧及丑角以求子角者日食三差之法也先用己庚弧求己丑弧及丑角以求子角者月食方位之法也今按己子

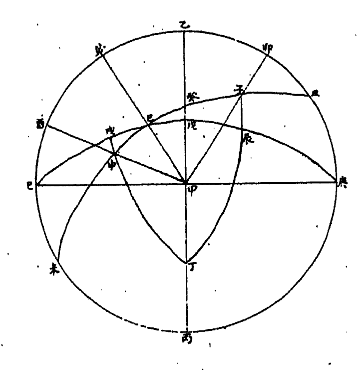
辰角即黃道赤經交角甲子丁角與辰子夘角為對角即赤經高弧交角兩角相減即得丑子夘黃道高弧交角夫黃道交地平之丑角時時不同而已子辰黃道赤經交角則初虧與復圓無異然則先求得黃道赤經交角至求黃道高



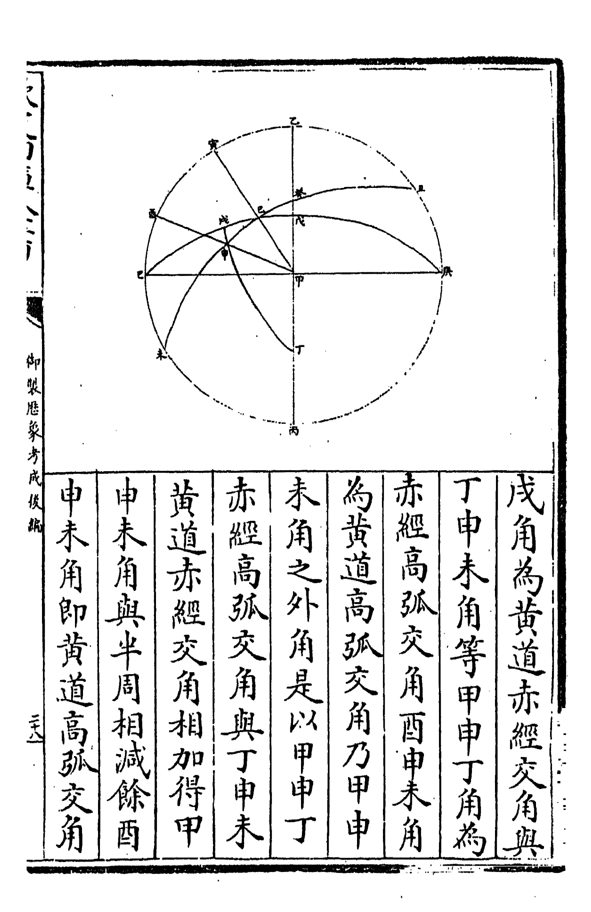
弧交角則惟求一赤經高弧交角與之加減而已其加減之法以太陰在夏至前後各六宮與距正午之東西為定試以甲為天頂作乙庚丙己地平圈乙甲丙為子午經圈庚甲已為東西經圈庚戊已為赤道丑已未為黃道已為春分



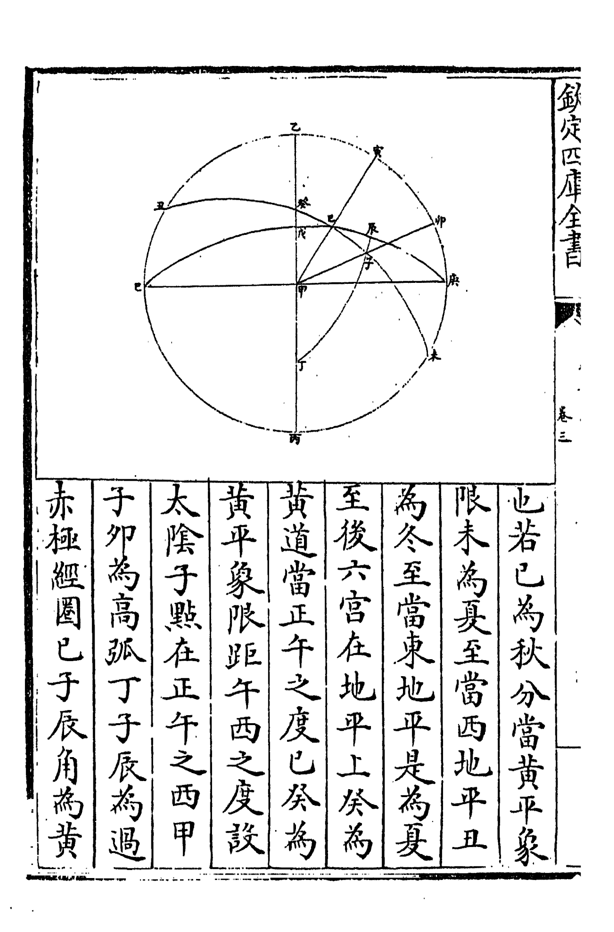
當黃平象限丑為冬至當西地平未為夏至當東地平是為夏至前六宮在地平上癸為黃道當正午之度巳癸為黃平象限距午東之度設太陰子點在正午之西甲子卯為高弧丁辰子為過赤極經圈巳子辰角為黃道赤經交角甲



子丁角為赤經高弧交角丑子夘角為黃道高弧交角與甲子癸角等是以甲子丁赤經高弧交角與巳子辰黃道赤經交角相減餘甲子癸角即黃道高弧交角也設太陰申點在正午之東甲申酉為高弧丁申戌為過赤極經圈巳申

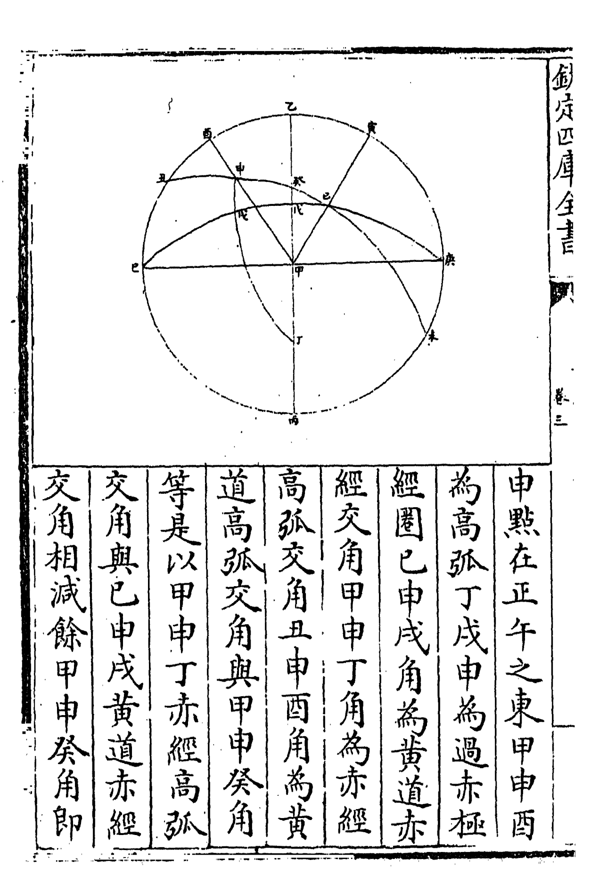


戊角為黃道赤經交角與丁申未角等甲申丁角為赤經高弧交角酉申未角為黃道高弧交角乃甲申未角之外角是以甲申丁赤經高弧交角與丁申未黃道赤經交角相加得甲申未角與半周相減餘酉申未角即黃道高弧交角

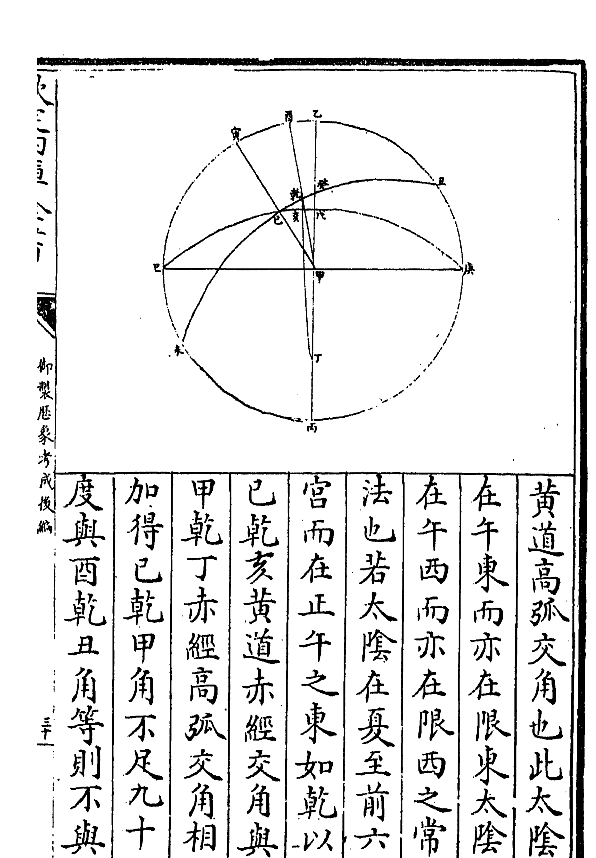


也若巳為秋分當黃平象限未為夏至當西地平丑為冬至當東地平是為夏至後六宮在地平上癸為黃道當正午之度巳癸為黃平象限距午西之度設太陰子點在正午之西甲子卯為高弧丁子辰為過赤極經圈巳子辰角為黃

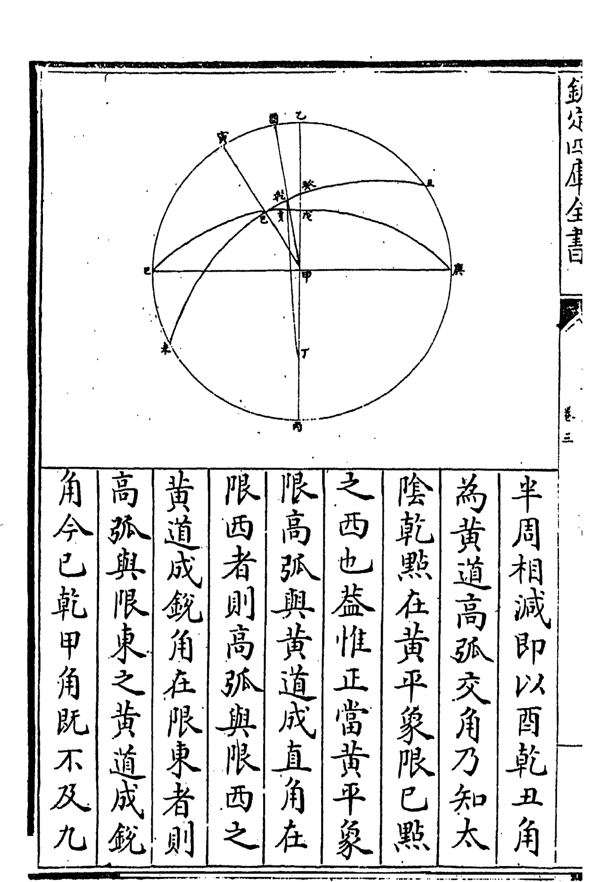
道赤經交角與丁子未角等甲子丁角為赤經高弧交角卯子未角為黃道高弧交角乃甲子未角之外角是以甲子丁赤經高弧交角與丁子未黃道赤經交角相加得甲子未角與半周相減餘卯子未角即黃道高弧交角也設太陰



申點在正午之東甲申酉為高弧丁戌申為過赤極經圈已申戌角為黄道赤經交角甲申丁角為赤經高弧交角丑申酉角為黄道高弧交角與甲申癸角等是以甲申丁赤經高弧交角與已申戌黄道赤經交角相減餘甲申癸角即

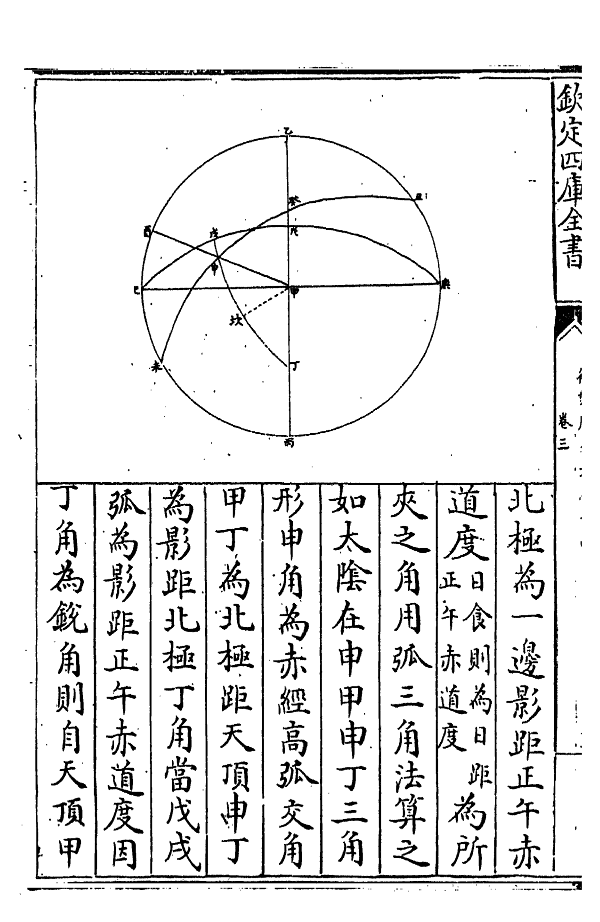


黃道高弧交角也此太陰在午東而亦在限東太陰在午西而亦在限西之常法也若太陰在夏至前六宮而在正午之東如乾以己乾亥黃道赤經交角與甲乾丁赤經高弧交角相加得己乾甲角不足九十度與酉乾丑角等則不與

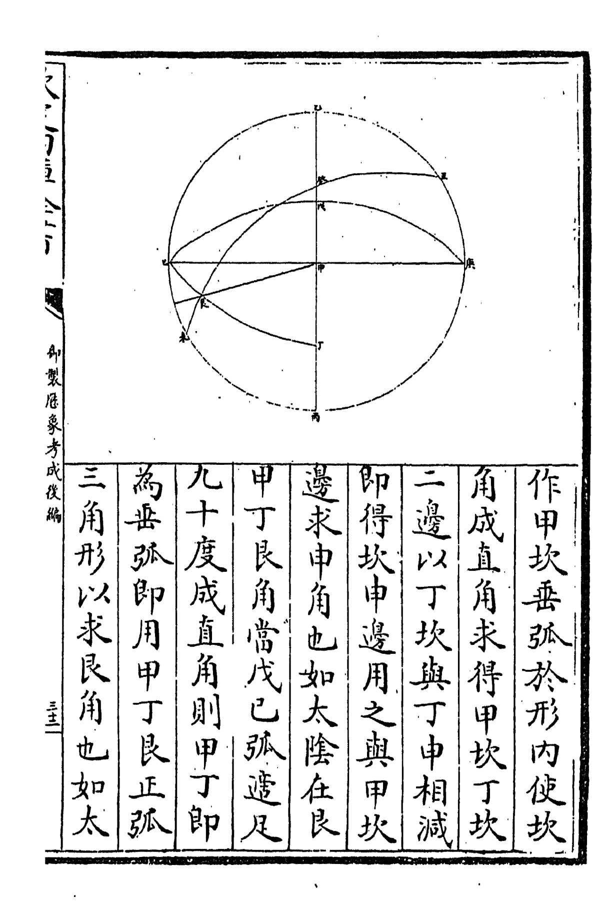


半周相減即以酉乾丑角為黃道高弧交角乃知太陰乾點在黃平象限巳點之西也葢惟正當黃平象限高弧與黃道成直角在限西者則高弧與限西之黃道成鋭角在限東者則高弧與限東之黃道成鋭角今巳乾甲角既不及九

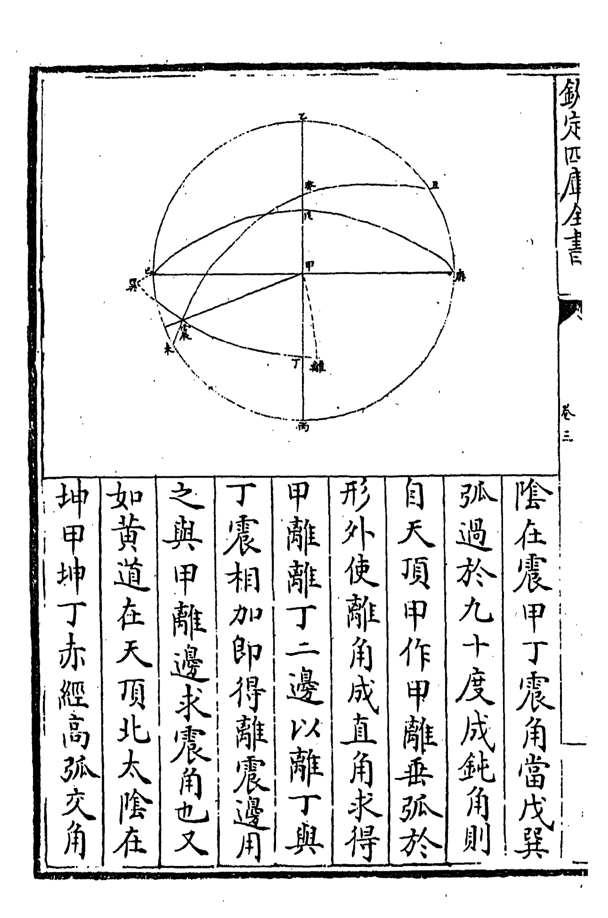
十度故知乾點在黃平象限巳點之西而乾酉高弧乃與限西之乾丑黃道相交成銳角也太陰在午西而在限東者倣此左圖以二至當地平乃黃平象限偏午東午西之極大者如二分當地平則黃平象限當正午加減之法並同至求赤經高弧交角之法則以北極距天頂為一邊影距



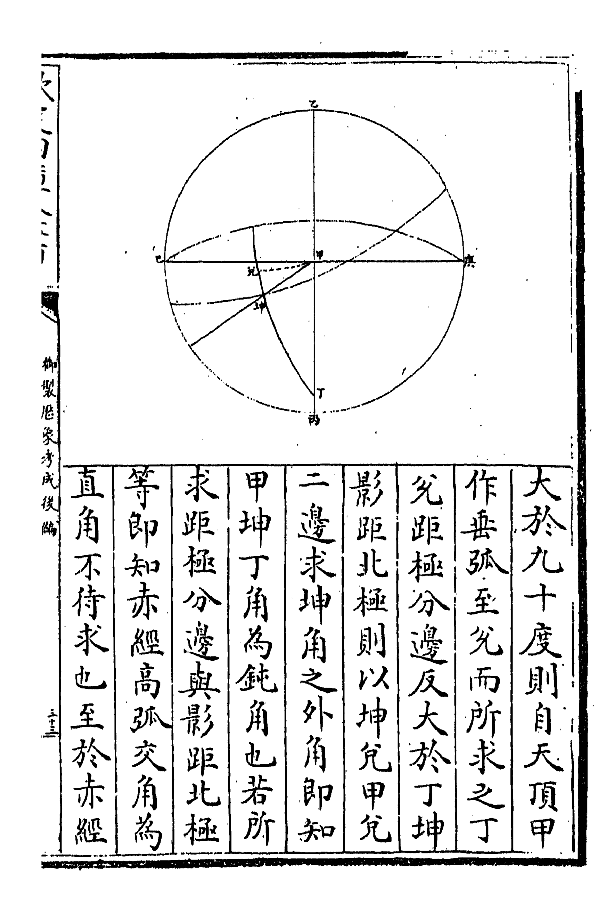
北極為一邊影距正午赤道度日食則為日距正午赤道度為所夾之角用弧三角法算之如太陰在申甲申丁三角形申角為赤經高弧交角甲丁為北極距天頂申丁為影距北極丁角當戊戌弧為影距正午赤道度因丁角為鈍角則自天頂甲



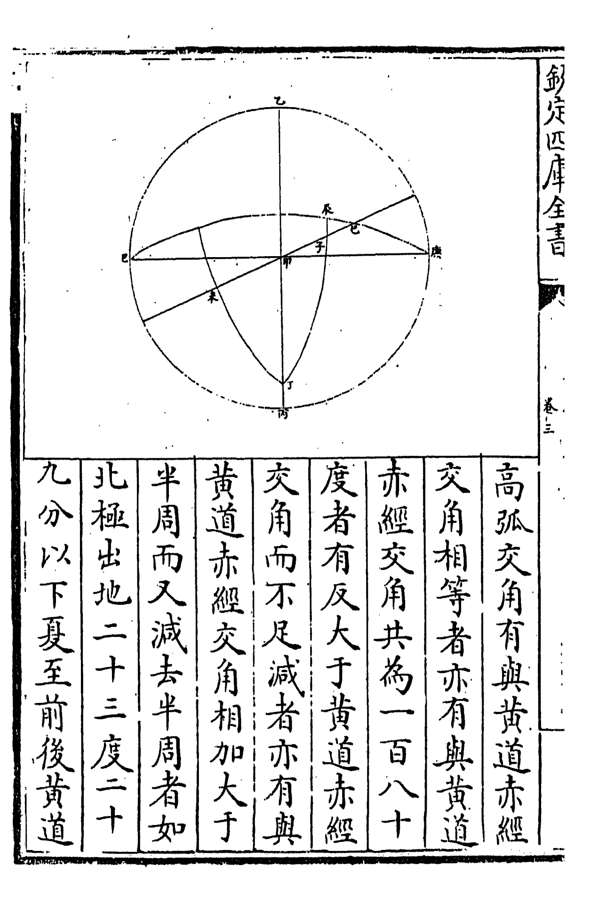
作甲坎垂弧於形內使坎角成直角求得甲坎丁坎二邊以丁坎與丁申相減即得坎申邊用之與甲坎邊求申角也如太陰在艮甲丁艮角當戊己弧適足九十度成直角則甲丁即為垂弧即用甲丁艮正弧三角形以求艮角也如太



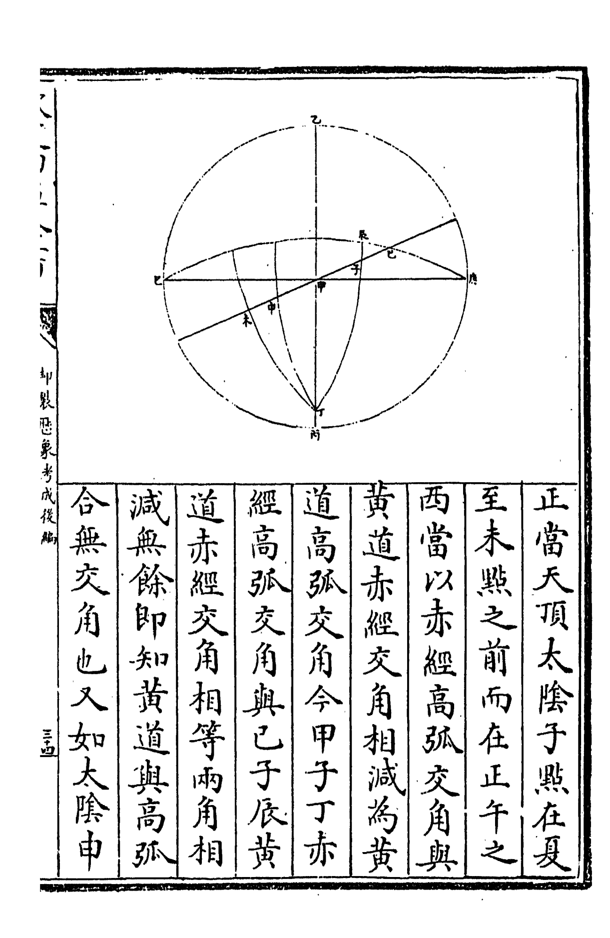
陰在震甲丁震角當戊巽弧過於九十度成鈍角則自天頂甲作甲離垂弧於形外使離角成直角求得甲離離丁二邊以離丁與丁震相加即得離震邊用之與甲離邊求震角也又如黄道在天頂北太陰在坤甲坤丁赤經高弧交角



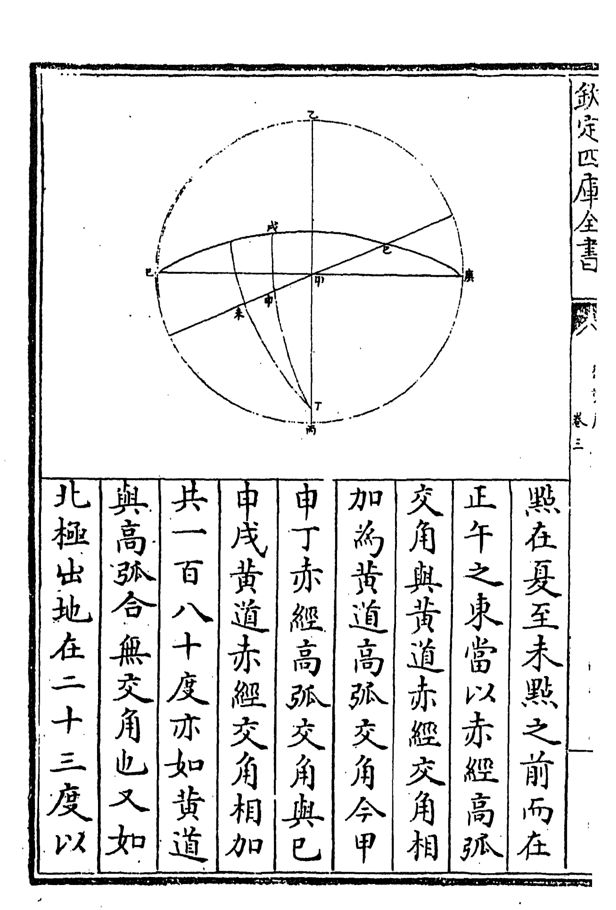
大於九十度則自天頂甲作垂弧至癸而所求之丁癸距極分邊反大於丁坤影距北極則以坤兌甲兌二邊求坤角之外角即知甲坤丁角為鈍角也若所求距極分邊與影距北極等即知赤經高弧交角為直角不待求也至於赤經



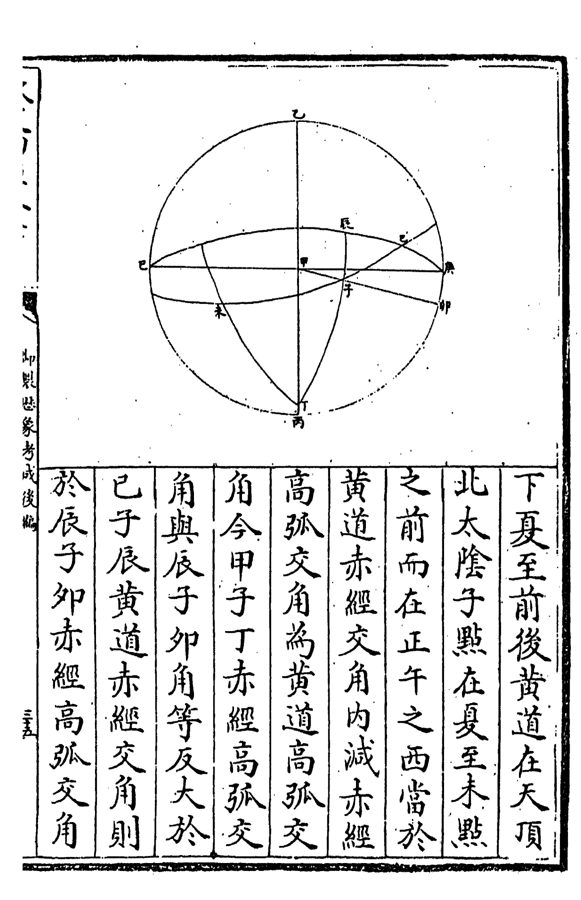
高弧交角有與黃道赤經交角相等者亦有與黃道赤經交角共為一百八十度者有反大于黃道赤經交角而不足減者亦有與黃道赤經交角相加大于半周而又減去半周者如北極出地二十三度二十九分以下夏至前後黃道



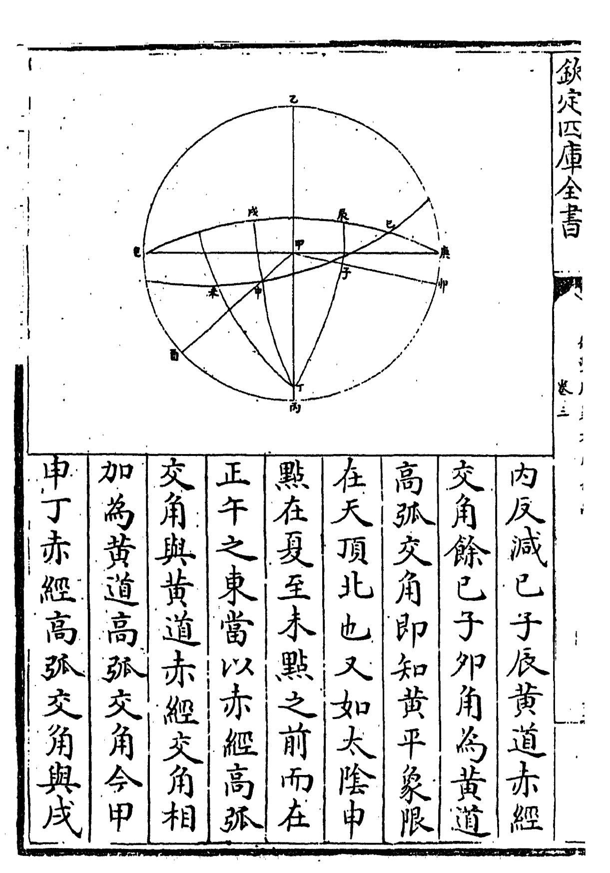
正當天頂太陰子點在夏至未點之前而在正午之西當以赤經高弧交角與黃道赤經交角相減為黃道高弧交角今甲子丁赤經高弧交角與巳子辰黃道赤經交角相等兩角相減無餘即知黃道與高弧合無交角也又如太陰申



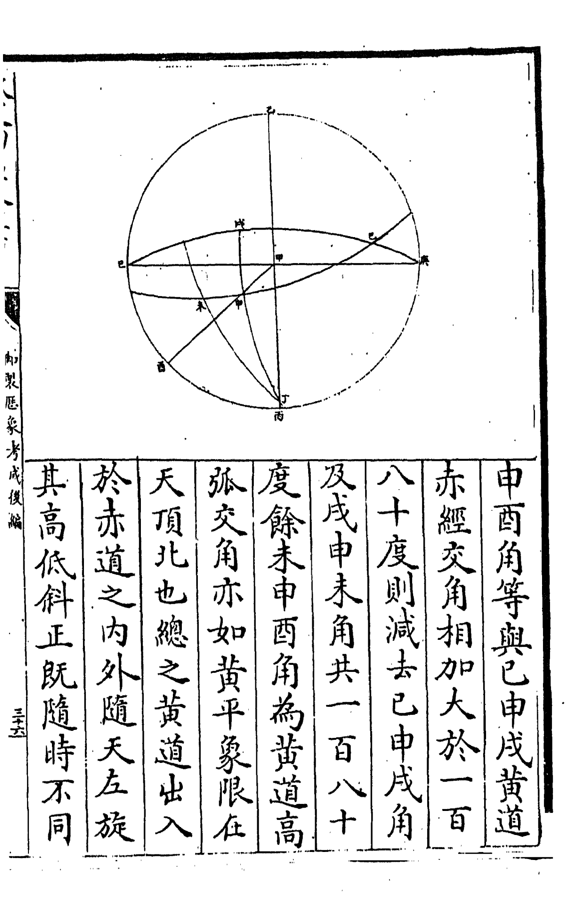
點在夏至未點之前而在正午之東當以赤經高弧交角與黃道赤經交角相加為黃道高弧交角今甲申丁赤經高弧交角與巳申戊黃道赤經交角相加共一百八十度亦如黃道與高弧合無交角也又如北極出地在二十三度以



下夏至前後黃道在天頂北太陰子點在夏至未點之前而在正午之西當於黃道赤經交角內減赤經高弧交角為黃道高弧交角今甲子丁赤經高弧交角與辰子卯角等反大於己子辰黃道赤經交角則於辰子卯赤經高弧交角



内反減巳子辰黄道赤經交角餘巳子夘角為黄道高弧交角即知黄平象限在天頂北也又如太陰申點在夏至未點之前而在正午之東當以赤經高弧交角與黄道赤經交角相加為黄道高弧交角今甲申丁赤經高弧交角與戌



申酉角等與己申戌黃道赤經交角相加大於一百八十度則減去己申戌角及戌申未角共一百八十度餘未申酉角為黃道高弧交角亦如黃平象限在天頂北也總之黃道出入於赤道之内外隨天左旋其高低斜正既隨時不同

又以人所居之南北異地改觀並多變換然定之以數自無遁形或從地平立算或從子午圈立算或從赤道經圈立算法雖不同理實一致合而觀之益見弧線三角之用至通變矣

求月食初虧復圓併徑黄道交角即緯差角

定月食方位月當黄道無距緯即用黄道高弧交角為定交角若月在交前後有距緯則又求緯差角與黄道高弧交角相加減為定交角上編言之詳矣見月食方位篇然求緯差角之法必先用初虧復圓交周各求距緯令初虧復圓距弧皆斜距之度須復以斜距與白道為比例方得交周頗為費算且前已有斜距黄道交角與九十度相加減即黄道交實緯角則求得併徑交實緯角與之相減餘併徑交黄道之角即緯

差角甚為簡便故質名之曰併徑黃道交角至其與黃道高弧交角相加減之法並同上編茲不復載

如圖甲乙為黃道丙乙為白道丙丁為黃道距等圈戊己為日月兩經斜距甲為地影心食甚時月心在庚初虧時月心在戊復圓時月心在己戊甲辛角為初虧併徑黃道交角即初虧緯差角己甲乙角為復圓併徑黃道交角即復圓緯差角求之之法先

以丙甲庚斜距黃道交角丙甲庚角與庚丙丁角等與九十度相加得庚甲辛角為初虧黃道交食甚實緯角甲庚為食甚兩心相距不係經圈以其為南北之度故借名實緯以丙甲庚斜距黃道交角與九十度相減餘庚甲乙角為復圓黃道交食甚實緯角此論在交前地影由甲向乙月由丙向乙故戊為初虧己為復圓若在交後地影由乙向甲月由乙向丙則己為初虧具角與九十度相減戊為復圓具角與九十度相加次求得庚甲戊角與庚甲己

角等為併徑交食甚實緯角初虧則與庚甲辛角相減餘戊甲辛角即初虧併徑黃道交角復圓則與庚甲乙角相減餘巳甲乙角即復圓併徑黃道交角也乃視併徑交實緯角小於黃道交實緯角則初虧復圓在黃道之南北與食甚同若併徑交實緯角轉大於黃道交實緯角則南北與食甚相反蓋太陰近交初虧復圓一在

壬 庚 乙 辛 甲 癸

交前一在交後則距緯之南北必變如乙為中交食甚地影心在甲月心在庚甲庚為食甚實緯在黄道北初虧庚甲壬併徑交實緯角小於庚甲辛黄道交實緯角則初虧亦為緯北與食甚同復圓庚甲癸併徑交實緯角大於庚甲乙黄道交實緯角則復圓變為緯南與食甚相反也食甚實緯在黄道南及食甚在交後者皆倣

此既知初虧復圓併徑黃道交角及
其在黃道之南北則與黃道高弧交
角相加減為定交角其理并與上編
同

求白經高弧交角

日食三差之法以黃白二道交角與黃道高弧交角相加減得白道高弧交角白道與高弧及白道經圈相交成正弧三角形直角對高下差交角對南北差餘角對東西差上編言之詳矣今以黃赤二經交角加減黃白二經交角得赤白二經交角與赤經高弧交角相加減得白經高弧交角對東西差餘角對南北差蓋白道與白道經圈相交其角必九十度白經高弧交角即白道高弧交角之餘凡弧角與九十度相減所餘為餘

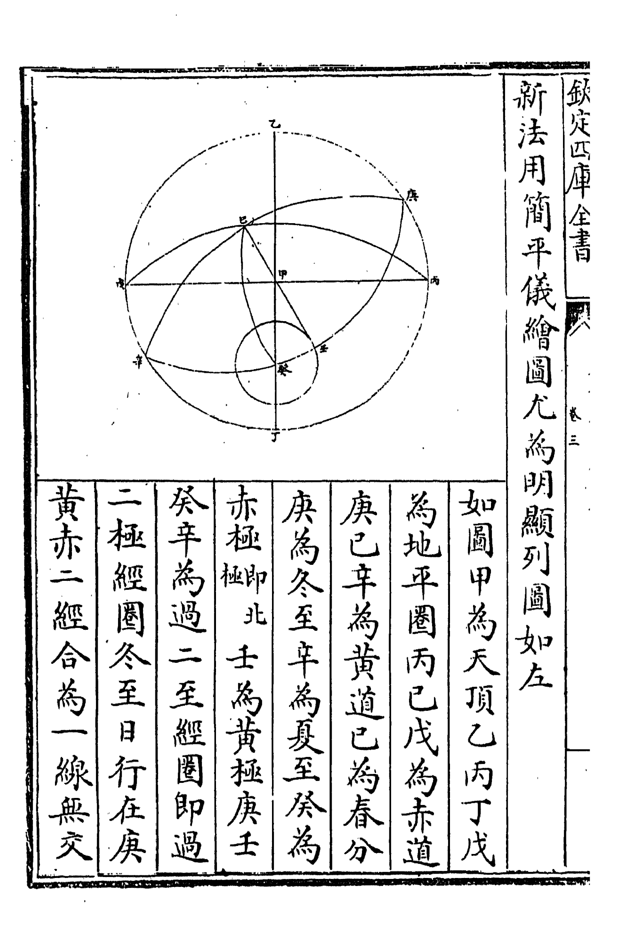
餘角是用白經高弧交角與用白道高弧交角等且以赤經高弧交角與黃道赤經交角相加減得黃道高弧交角見前篇又加減黃白二道交角為白道高弧交角須加減二次而黃赤二經交角即黃道赤經交角之餘交食時日必近交黃白二經交角又即與黃白二道交角等故以黃赤二經交角與黃白二經交角相加減得赤白二經交角則為初虧食甚復圓同用之數至求三限白經高弧交角止與赤經高弧交角一加減而得之其法尤為省便也二經交角加減之

法以黃道之二至白道之二交為定蓋惟冬夏二至黃經與赤經合無交角冬至後黃道自南而北黃經必在赤經西夏至後黃道自北而南黃經必在赤經東交周初宮十一宮在正交前後白道自南而北白經必在黃經西（猶黃道冬至後）交周五宮六宮在中交前後白道自北而南白經必在黃經東（猶黃道夏至後）乃視黃經在赤經西白經又在黃經西或黃經在赤經東白經又在黃經東則相加得赤白二經交角東仍為東西仍為西若黃經在赤經西而白經在黃經東或黃經

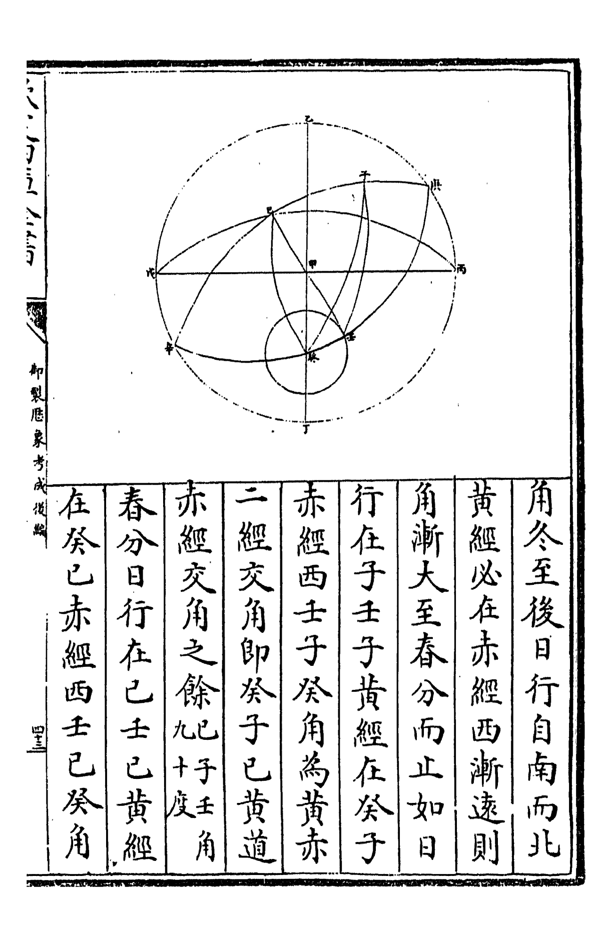
在赤經東而白經在黃經西則相減得赤白二經交角黃赤二經交角大則從黃經之向黃白二經交角大則從白經之向若兩角相等而減盡無餘則白經與赤經合無交角也其與赤經高弧交角加減之法則以日距正午之東西為定蓋惟日當正午則赤經與高弧合無交角午前赤經必在高弧東午後赤經必在高弧西乃視赤經在高弧西白經又在赤經西或赤經在高弧東白經又在赤經東則相加得白經高弧交角午東亦為限東午西亦為限西若赤經在

高弧東而白經在赤經西或赤經在高弧西而白經在赤經東則相減爲白經高弧交角赤白交角小則午東仍爲限東午西仍爲限西赤白交角大則午東變爲限西午西變爲限東若兩角相等而減盡無餘則白經與高弧合無交角即知太陽正當白平象限上若兩角相加適足九十度則白道在天頂與高弧合若兩角相加過九十度則與半周相減用其餘即知白平象限在天頂北也是法也不用求黄道高弧交角而逕求白經高弧交角入算甚簡而理亦無遺

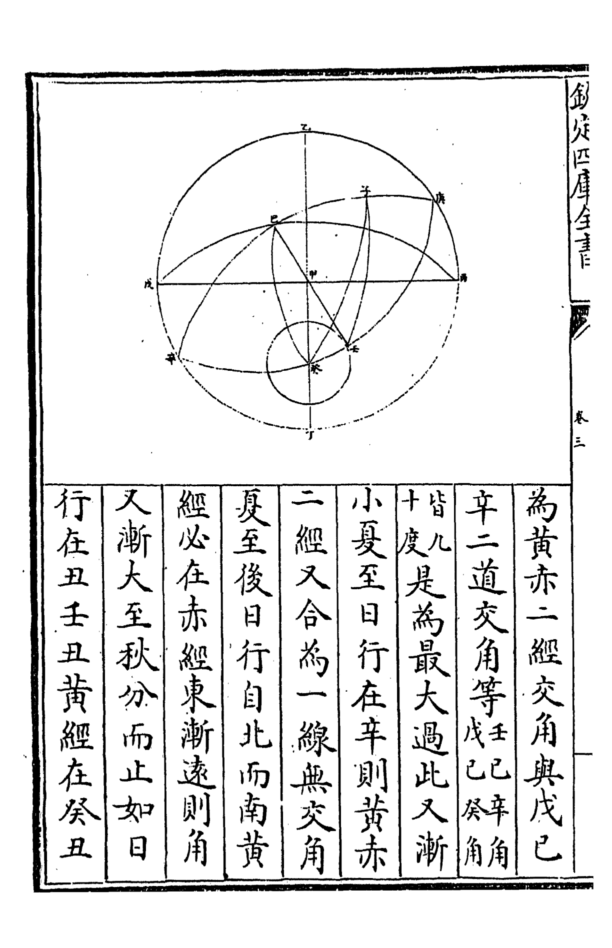
新法用簡平儀繪圖尤為明顯列圖如左



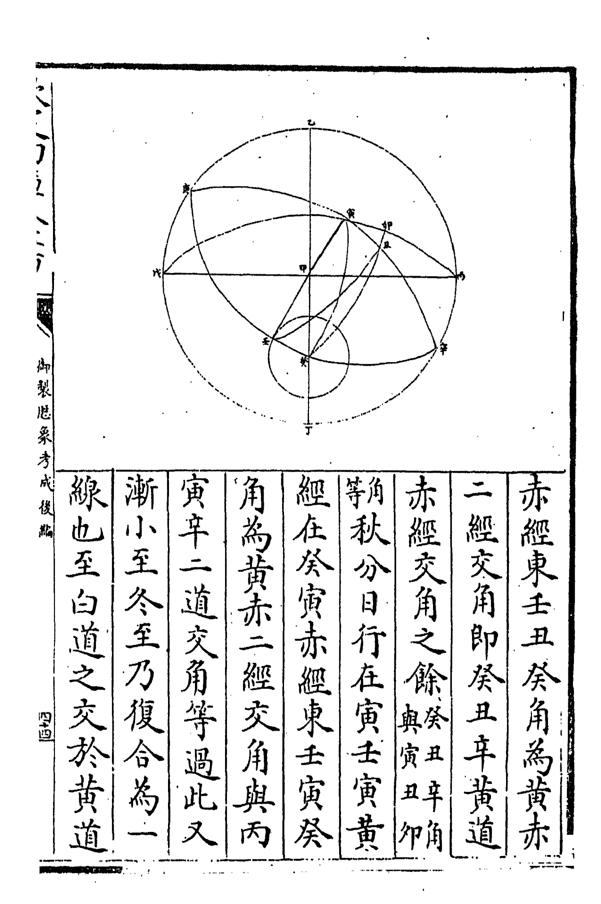
如圖甲為天頂乙丙丁戊為地平圈丙巳戊為赤道庚巳辛為黃道巳為春分庚為冬至辛為夏至癸為赤極即北極壬為黃極庚壬癸辛為過二至經圈即過二極經圈冬至日行在庚黃赤二經合為一綫無交



角冬至後日行自南而北黃經必在赤經西漸遠則角漸大至春分而止如日行在子壬子黃經在癸子赤經西壬子癸角為黃赤二經交角即癸子巳黃道赤經交角之餘巳子壬角九十度春分日行在巳壬巳黃經在癸巳赤經西壬巳癸角



為黃赤二經交角與戊己辛二道交角等（壬己辛角 戊己癸角）皆九十度是為最大過此又漸小夏至日行在辛則黃赤二經又合為一線無交角夏至後日行自北而南黃經必在赤經東漸遠則角又漸大至秋分而止如日行在丑壬丑黃經在癸丑

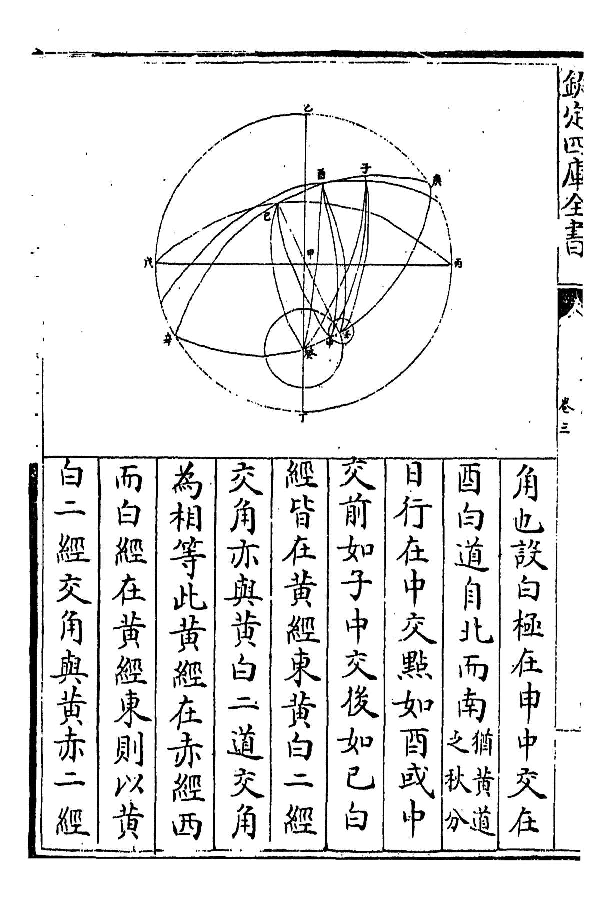


赤經東壬丑癸角為黃赤二經交角即癸丑辛黃道赤經交角之餘（癸丑辛角與寅丑卯角等）秋分日行在寅壬寅黃經在癸寅赤經東壬寅癸角為黃赤二經交角與丙寅辛二道交角等過此又漸小至冬至乃復合為一線也至白道之交於黃道

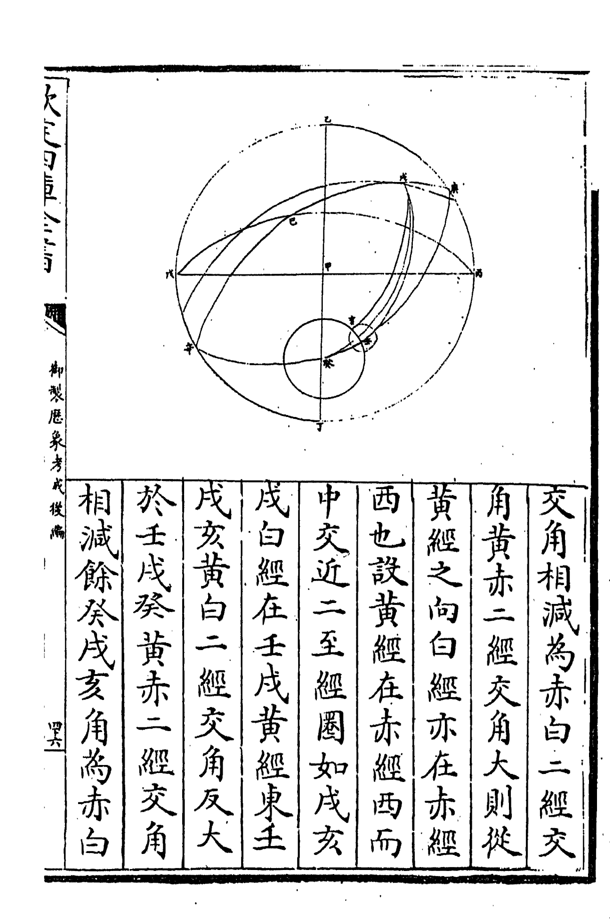


亦如黃道之交於赤道但其行度自正交起算交食時日月又必近交故其南北東西及兩經交角惟以兩交為定設白極在辰正交在午白道自南而北猶黃道之春分日行在正交點如午或正交前如子正交後如巳白經皆在黃經西黃白

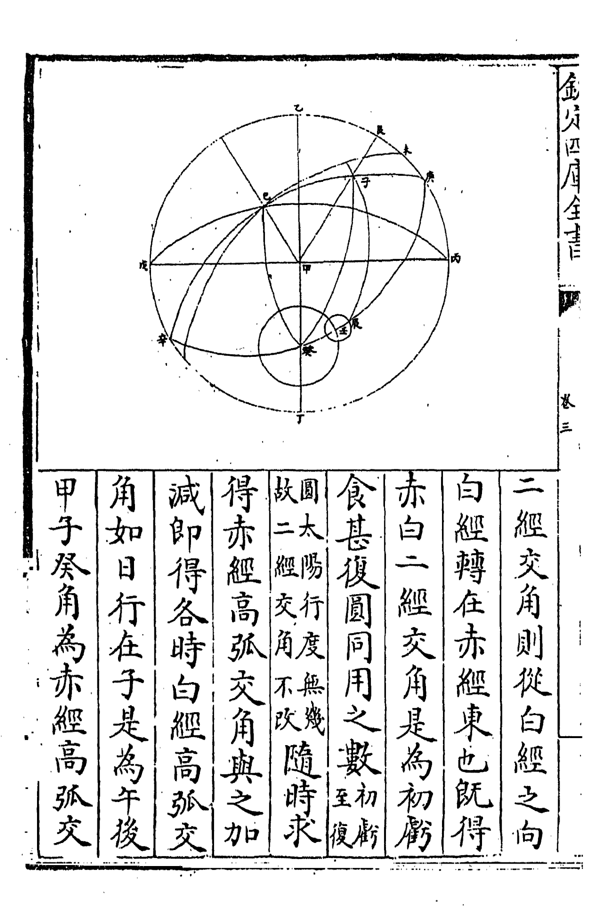
二經交角皆與黃白二道交角為相等惟日在正交午點其壬午辰黃白二經交角與庚午未黃白二道交角等若在交前如子交後如巳其壬子辰與壬巳辰黃白二經交角皆微小於二道交角然所差無多故為相等與上編捷法同此黃經在赤經西白經又在黃經西則以黃白二經交角與黃赤二經交角相加為赤白二經交



角也設白極在申中交在酉白道自北而南猶黃道之秋分日行在中交點如酉或中交前如子中交後如巳白經皆在黃經東黃白二經交角亦與黃白二道交角為相等此黃經在赤經西而白經在黃經東則以黃白二經交角與黃赤二經

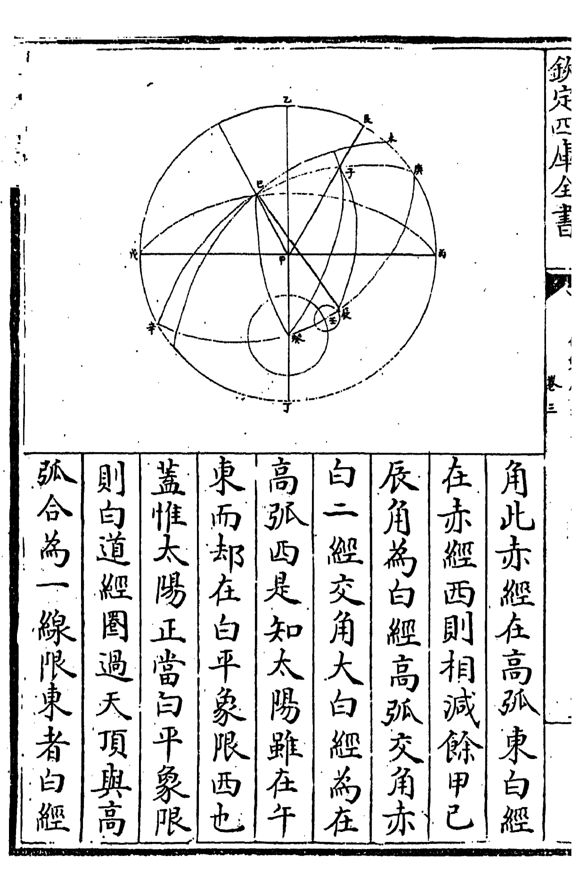


交角相減為赤白二經交角黃赤二經交角大則從黃經之向白經亦在赤經西也設黃經在赤經西而中交近二至經圈如戌亥戌白經在壬戌黃經東壬戌亥黃白二經交角反大於壬戌癸黃赤二經交角相減餘癸戌亥角為赤白



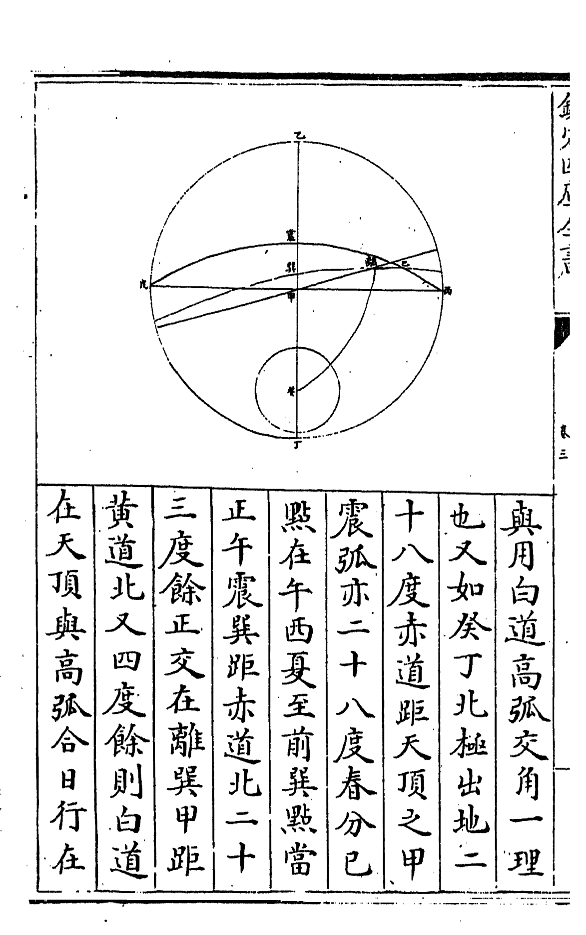
二經交角則從白經之向白經轉在赤經東也既得赤白二經交角是為初虧食甚復圓同用之數初虧至復圓太陽行度無幾故二經交角不改隨時求得赤經高弧交角與之加減即得各時白經高弧交角如日行在子是為午後甲子癸角為赤經高弧交

角辰子癸角為赤白二經交角此赤經在高弧西白經又在赤經西則相加得辰子甲角為白經高弧交角白經更在高弧西是知太陽在白平象限西也又如日行在巳是為午前甲巳癸角為赤經高弧交角辰巳癸角為赤白二經交



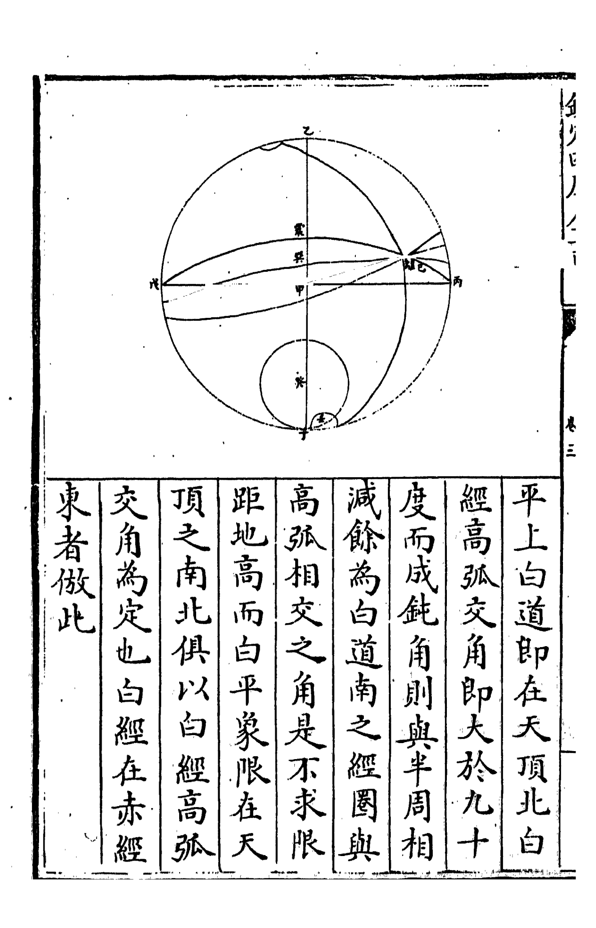
角此赤經在高弧東白經在赤經西則相減餘甲己辰角為白經高弧交角赤白二經交角大白經為在高弧西是知太陽雖在午東而却在白平象限西也蓋惟太陽正當白平象限則白道經圈過天頂與高弧合為一線限東者白經

必在高弧東限西者白經必在高弧西是定白經之東西與白平象限一理也又與白道平行作乾坎線則辰子坎角為九十度甲子坎角為白道高弧交角與乾子艮角等甲子辰白經高弧交角即甲子坎角之餘是用白經高弧交角



與用白道高弧交角一理也又如癸丁北極出地二十八度赤道距天頂之甲震弧亦二十八度春分巳點在午西夏至前巽點當正午震巽距赤道北二十三度餘正交在離巽甲距黃道北又四度餘則白道在天頂與高弧合日行在

離甲離癸赤經高弧交角與癸離坤赤白二經交角相加得甲離坤白經高弧交角適足九十度蓋白經與白道相交其角必九十度白道既與高弧合故白經高弧交角亦九十度也過此以往北極愈低則白道極北入地平下南出地

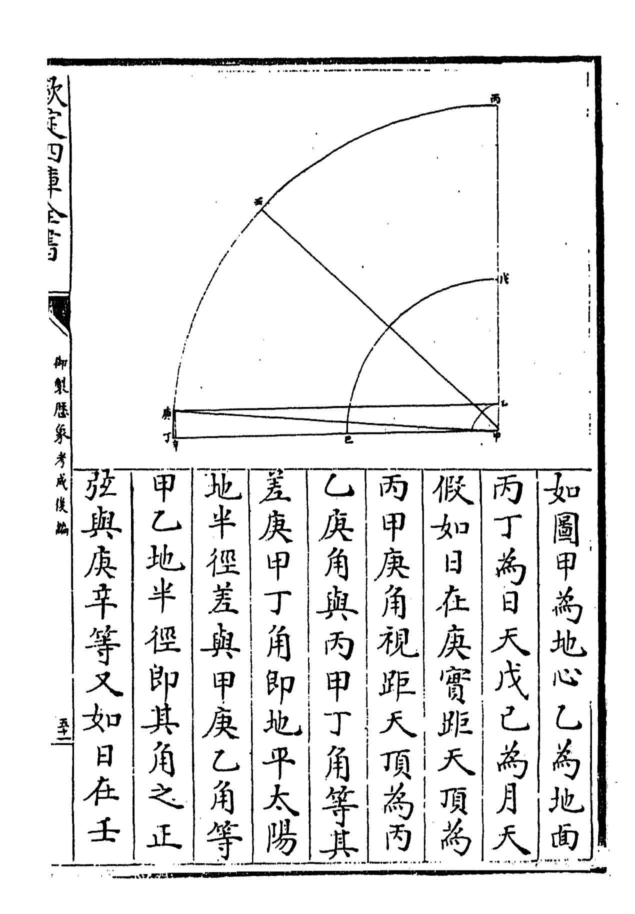


平上白道即在天頂北白經高弧交角即大於九十度而成鈍角則與半周相減餘為白道南之經圈與高弧相交之角是不求限距地高而白平象限在天頂之南北俱以白經高弧交角為定也白經在赤經東者倣此

求高下差

高下差者日月高下之視差也日食食甚用時乃從地心立算人在地面視之則有地半徑差而太陽地半徑差恒小太陰地半徑差恒大故於太陰地半徑差内減去太陽地半徑差始為高下差焉見上編日食三差及日月地半徑差篇如日月實高本係同度而太陽以地半徑差之故視高比實高低五秒太陰以地半徑差之故視高比實高低三十分則人之視太陰必比太陽低二十九分五十五秒也然求兩地半徑差而後相減

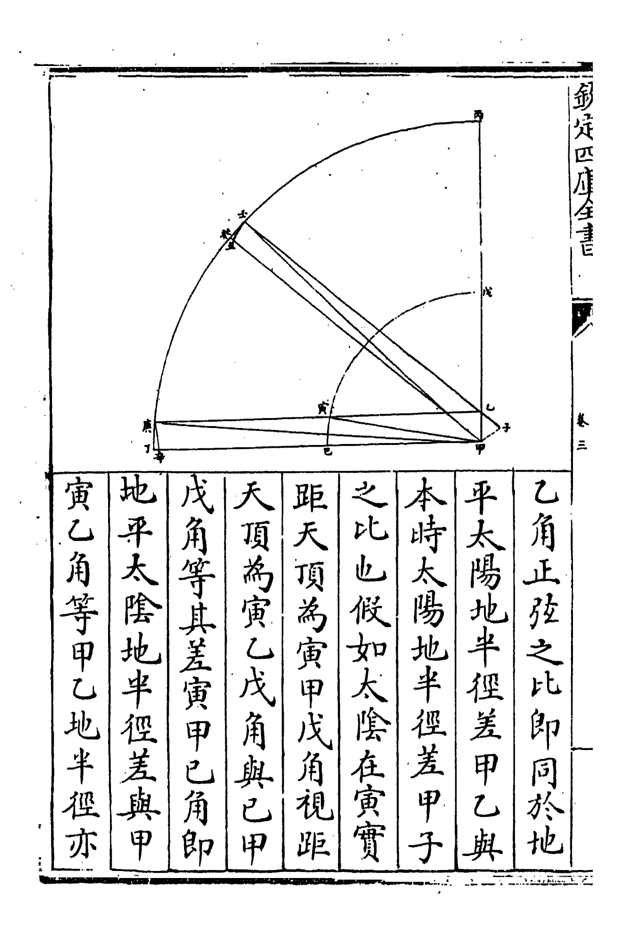
其法甚繁今按半徑一千萬與日月距天頂正弦之比既皆同於地平地半徑差與本時地半徑差之比見本編日躔地半徑差篇而全與全之比又原同於較與較之比則以半徑一千萬與日距天頂之正弦之比交食時日月高下差之比矣故今求高下差唯以本時太陰距地數張畧相等故即以日高弧為月高弧必亦同於地平高下差與本時高求得太陰地平地半徑差內減太陽地平地半徑差十秒餘為地平高下差初虧食甚復圓各以其時日距天頂之正弦為比例其法甚為省便也



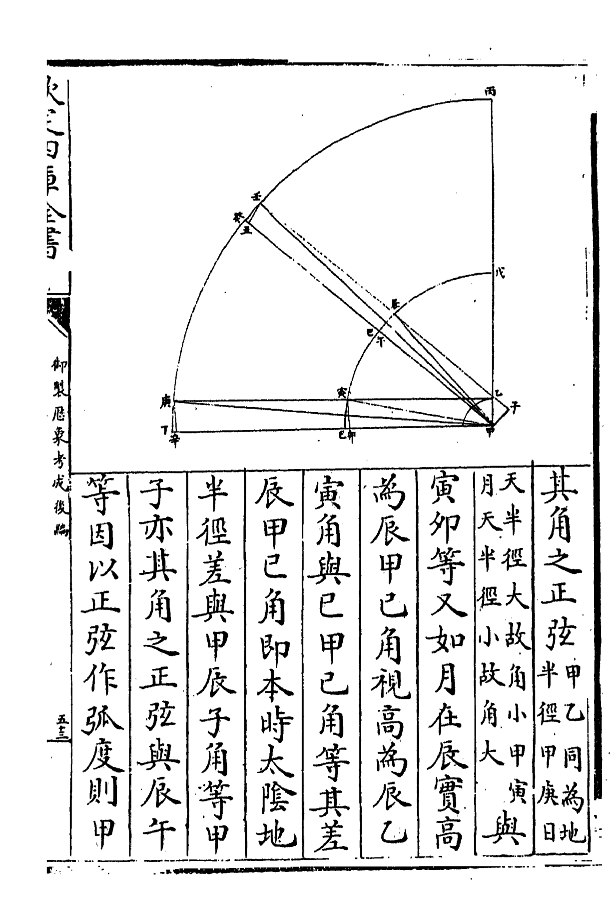
如圖甲為地心乙為地面丙丁為日天戊己為月天假如日在庚實距天頂為丙甲庚角視距天頂為丙乙庚角與丙甲丁角等其差庚甲丁角即地平太陽地半徑差與甲庚乙角等甲乙地半徑即其角之正弦與庚辛等又如日在壬

實高為壬甲丁角視高為壬乙庚角與癸甲丁角等其差壬甲癸角即本時太陽地半徑差與甲壬乙角等將壬乙線引長作甲子垂線即其角之正弦與壬丑等甲乙子勾股形子角為直角乙角與丙乙壬角為對角即太陽視距天頂

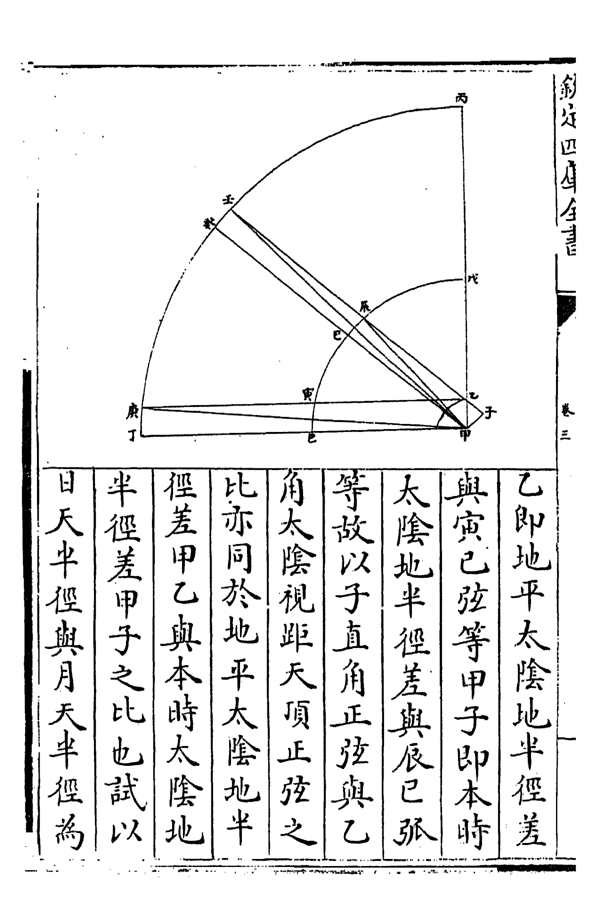
之度甲乙即地平太陽地半徑差之正弦甲子即本時太陽地半徑差之正弦因其邊度甚小正弦與弧線可以相為比例則甲乙即為地平太陽地半徑差與庚丁弧等甲子即為本時太陽地半徑差與壬癸弧等故以子直角正弦與



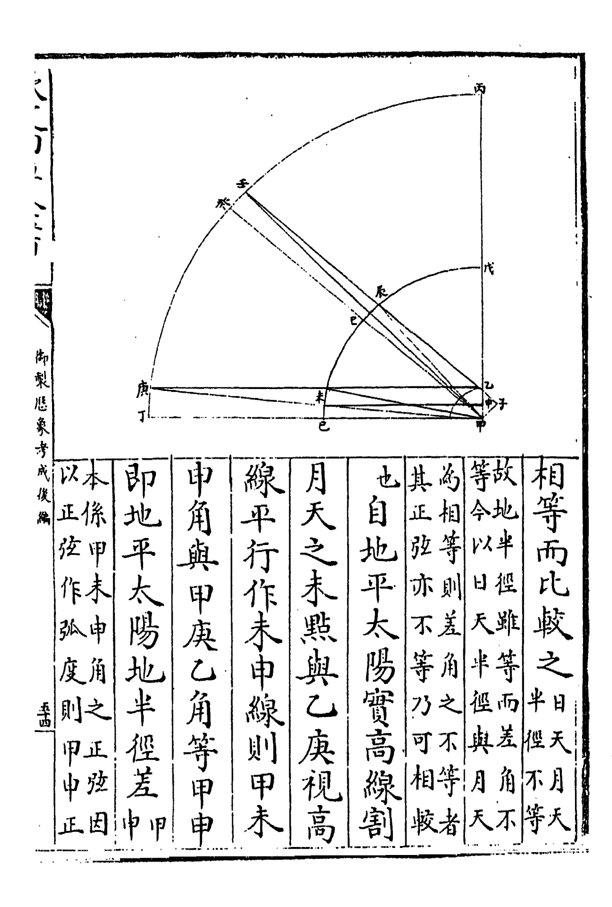
乙角正弦之比即同於地平太陽地半徑差甲乙與本時太陽地半徑差甲子之比也假如太陰在寅實距天頂為寅甲戊角視距天頂為寅乙戊角與己甲戊角等其差寅甲己角即地平太陰地半徑差與甲寅乙角等甲乙地半徑亦



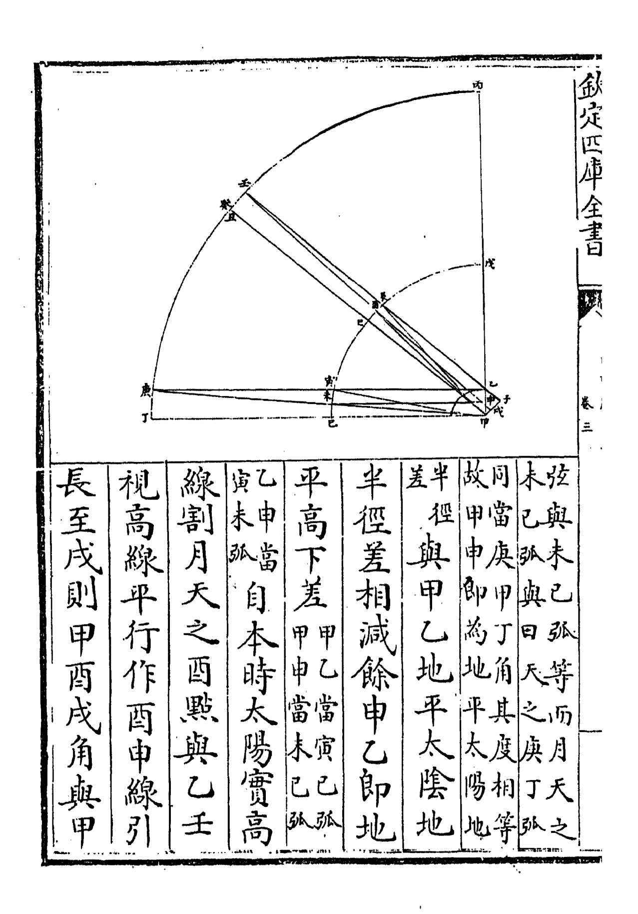
其角之正弦甲乙同為地半徑甲庚日天半徑大故角小甲寅月天半徑小故角大與寅卯等又如月在辰實高為辰甲巳角視高為辰乙寅角與巳甲巳角等其差辰甲巳角即本時太陰地半徑差與甲辰子角等甲子亦其角之正弦與辰午等因以正弦作弧度則甲



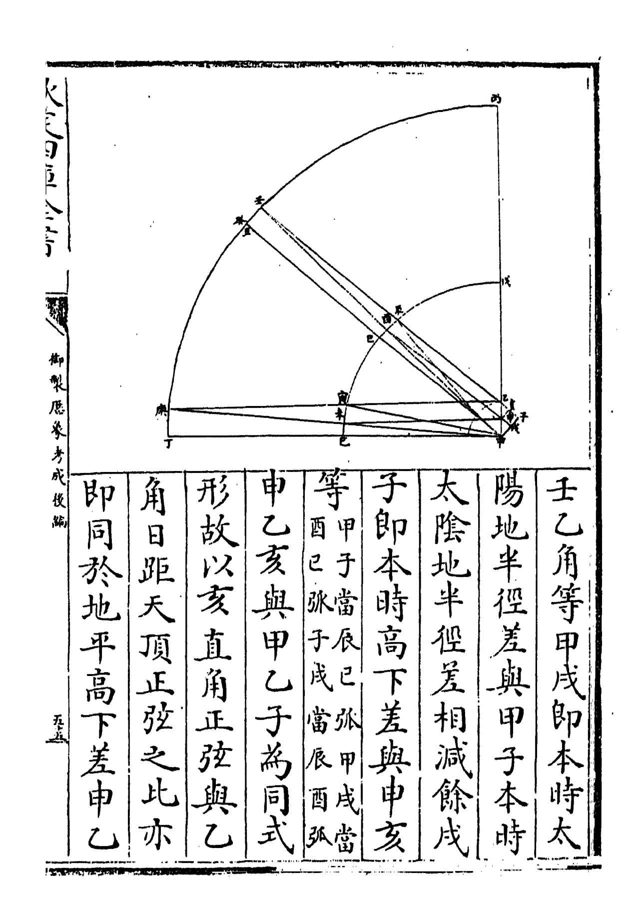
乙即地平太陰地半徑差與寅巳弦等甲子即本時太陰地半徑差與辰巳弧等故以子直角正弦與乙角太陰視距天頂正弦之比亦同於地平太陰地半徑差甲乙與本時太陰地半徑差甲子之比也試以日天半徑與月天半徑為



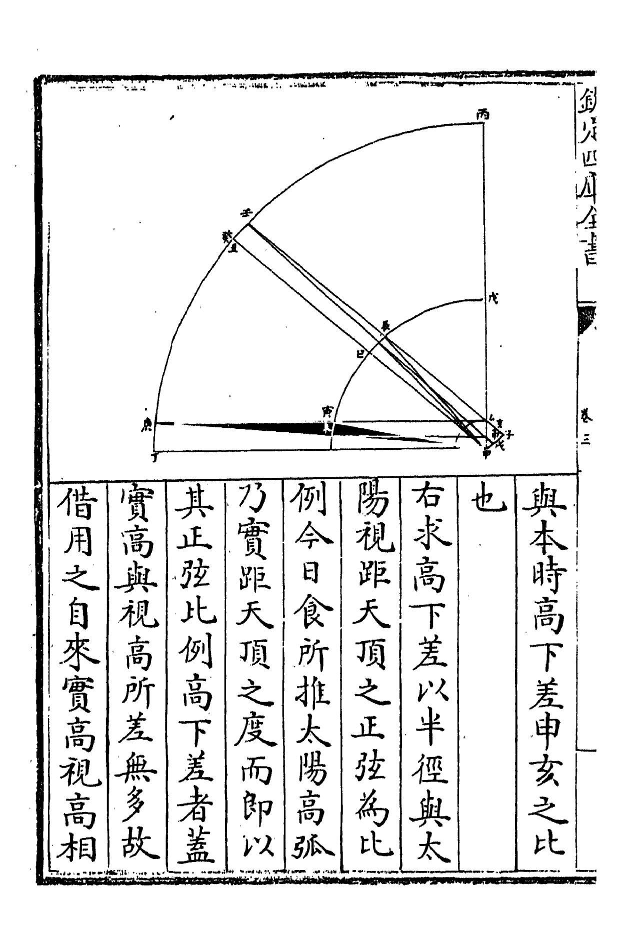
相等而比較之日天月天半徑不等故地半徑雖等而差角不等今以日天半徑與月天爲相等則差角之不等者其正弦亦不等乃可相較也自地平太陽實高線割月天之未點與乙庚視高線平行作未申線則甲未申角與甲庚乙角等甲申即地平太陽地半徑差甲申本係甲未申角之正弦因以正弦作弧度則甲申正



弦與未己弧等而月天之未己弧與日天之庚丁弧同當庚甲丁角其度相等故甲申即為地平太陽地半徑差與甲乙地平太陰地半徑差相減餘申乙即地平高下差甲乙當寅己弧甲申當未己弧乙申當寅未弧自本時太陽實高線割月天之酉點與乙壬視高線平行作酉申線引長至戌則甲酉戌角與甲

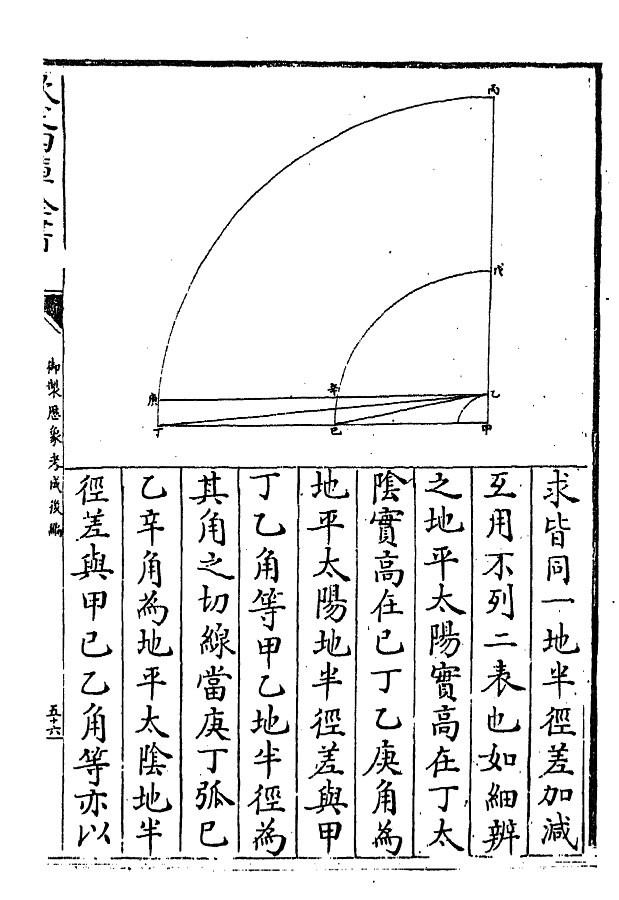


壬乙角等甲戌即本時太陽地半徑差與甲子本時太陰地半徑差相減餘戌子即本時高下差與申亥等甲子當辰巳弧甲戌當酉巳弧子戌當辰酉弧申乙亥與甲乙子為同式形故以亥直角正弦與乙角日距天頂正弦之比亦即同於地平高下差申乙

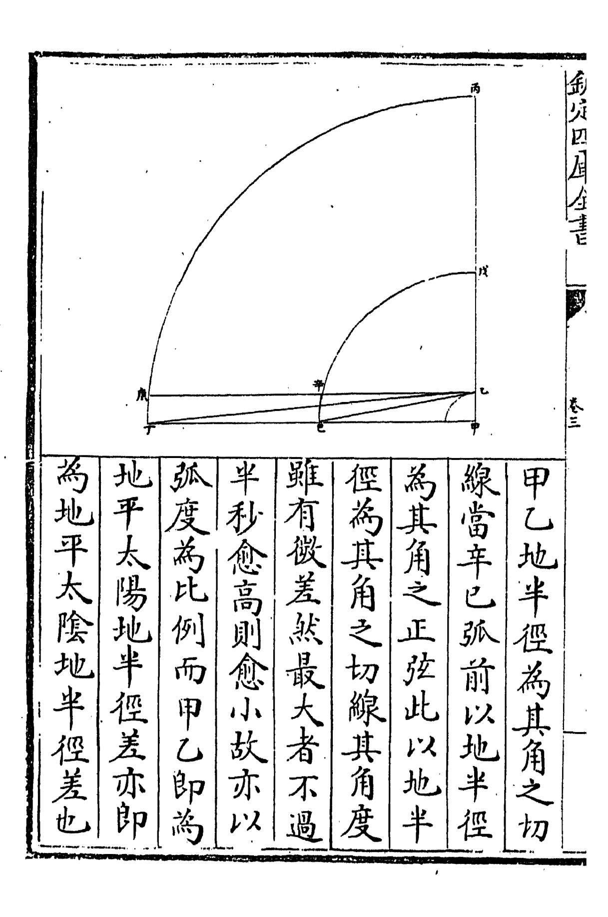


與本時高下差申亥之比也

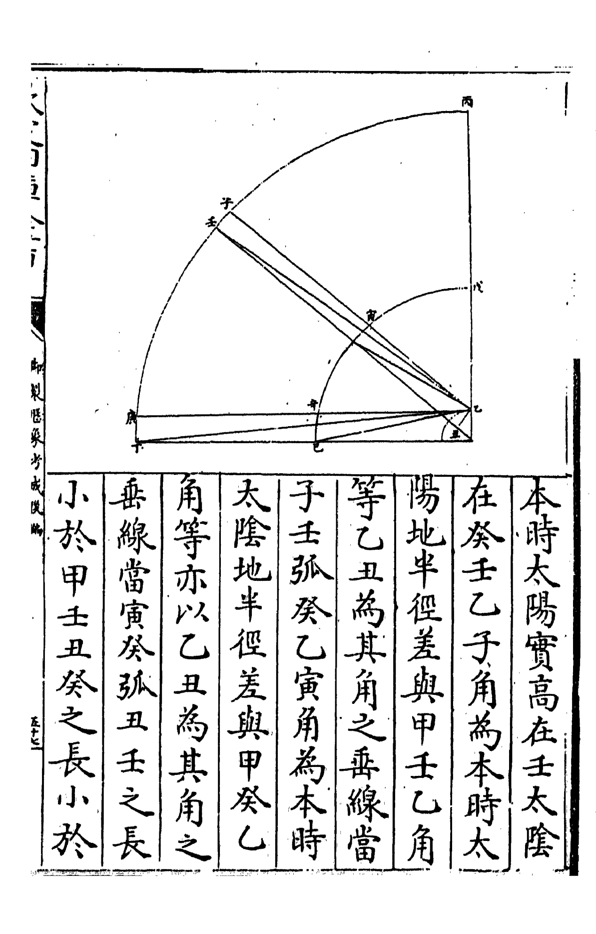
右求高下差以半徑與太陽視距天頂之正弦為比例今日食所推太陽高弧乃實距天頂之度而即以其正弦比例高下差者蓋實高與視高所差無多故借用之自來實高視高相



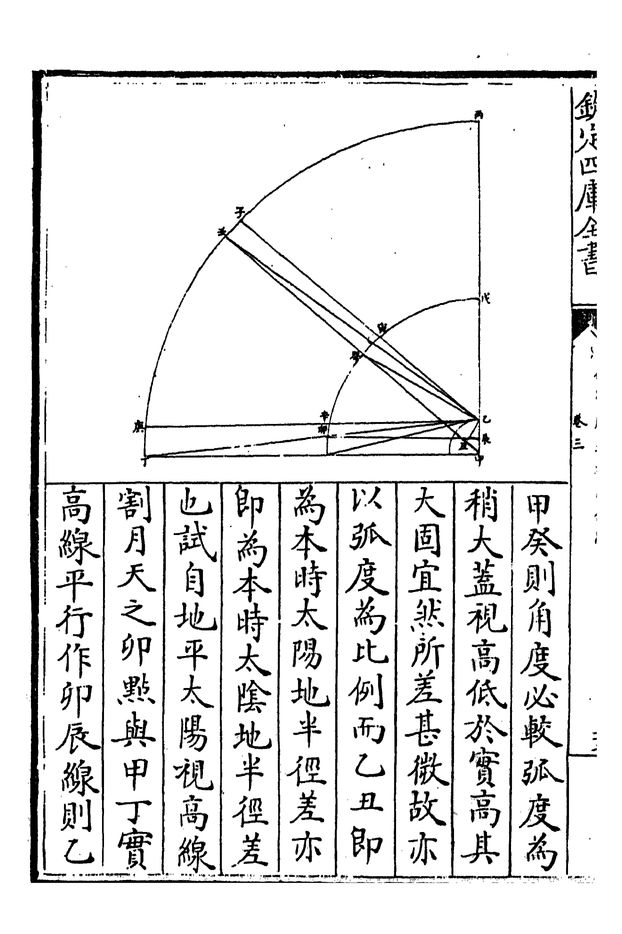
求皆同一地半徑差加減互用不列二表也如細辨之地平太陽實高在丁太陰實高在己丁乙庚角為地平太陽地半徑差與甲丁乙角等甲乙地半徑為其角之切線當庚丁弧己乙辛角為地平太陰地半徑差與甲己乙角等亦以



甲乙地半徑為其角之切線當辛己弧前以地半徑為其角之正弦此以地半徑為其角之切線其角度雖有微差然最大者不過半秒愈高則愈小故亦以弧度為比例而甲乙即為地平太陽地半徑差亦即為地平太陰地半徑差也

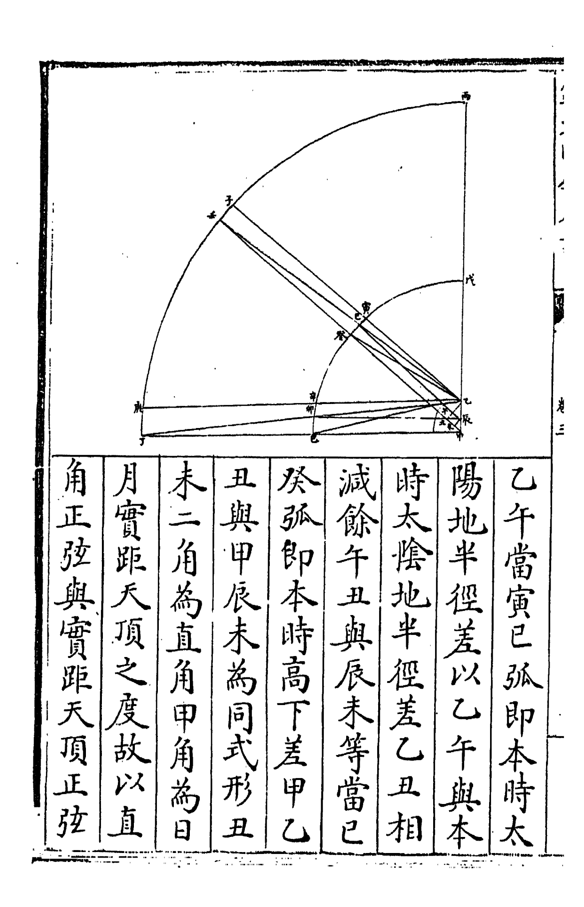


本時太陽實高在壬太陰在癸壬乙子角為本時太陽地半徑差與甲壬乙角等乙丑為其角之垂線當子壬弧癸乙寅角為本時太陰地半徑差與甲癸乙角等亦以乙丑為其角之垂線當寅癸弧丑壬之長小於甲壬丑癸之長小於



甲癸則角度必較弧度為稍大蓋視高低於實高其大固宜然所差甚微故亦以弧度為比例而乙丑即為本時太陽地半徑差亦即為本時太陰地半徑差也試自地平太陽視高線割月天之卯點與甲丁實高線平行作卯辰線則乙

夘辰角與甲丁乙角等乙辰當辛夘弧即地平太陽地半徑差以乙辰與地平太陰地半徑差甲乙相減餘甲辰當夘巳弧即地平高下差自本時太陽視高線割月天之巳點與甲壬實高線平行作巳辰線則乙巳辰角與甲壬乙角等



乙午當寅巳弧即本時太陽地半徑差以乙午與本時太陰地半徑差乙丑相減餘午丑與辰未等當巳癸弧即本時高下差甲乙丑與甲辰未為同式形丑未二角為直角甲角為日月實距天頂之度故以直角正弦與實距天頂正弦

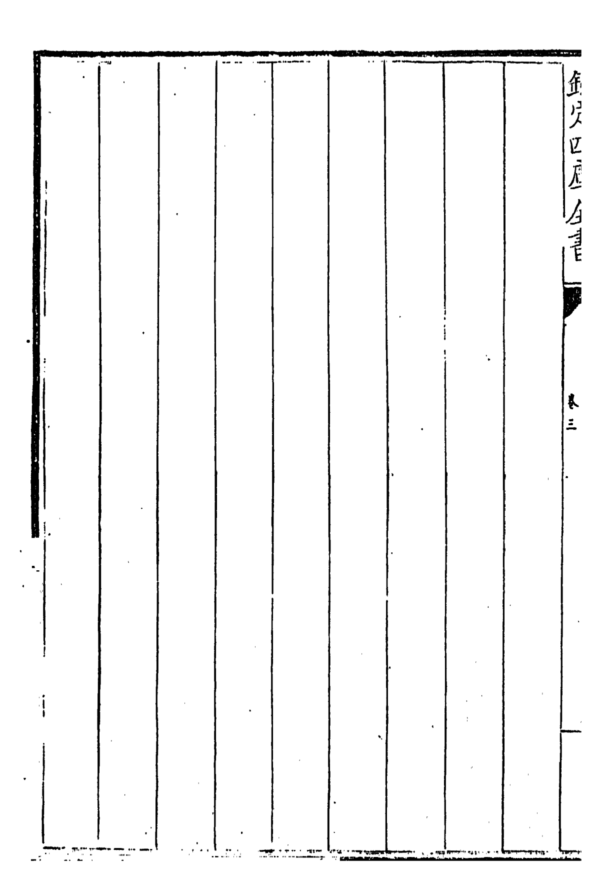
之比同於地平地半徑差甲乙與本時地半徑差乙丑之比亦同於地平高下差甲辰與本時高下差辰未之比也今日食用簡平儀法求地面日影心之所在皆用實高比例高下差設日實高在丁則正射地心照至地面酉點之影當

月天巳點之度照至地面乙點之影當月天夘點之度是酉乙地面上應日天實距天頂之丙丁弧而其當月天之度則為夘巳高下差也設日實高在壬則正射地心照至地面申點之影當月天癸點之度照至地面乙點之影當月天

己點之度是乙申地面上應日天實距天頂之丙壬弧而其當月天之度則為己癸高下差也若以地平高下差為半徑作地面平圓則甲乙即卯己之度為地平高下差當乙酉地面以地球為平面則地面之弧與正弦等甲乙為乙酉弧之正弦故甲乙當乙酉弧與日天之

丙丁弧等乙丑即巳癸之度為本時高下差當乙申地面乙丑為乙申弧之正弦故乙丑當乙申弧與日天之丙壬弧等由此推之時時實距天頂之度在地面皆與本時高下差等實距天頂之度原與地面之弧度等簡平儀以地球為平面則地面之弧又與地面之正弦等今地面之正弦既為高下差故實距天頂之度即與高下

差等故隨高弧之所向以高下差之度自圓心取之即日影心之所在隨白經之所向以實緯之度自圓心取之即月影心之所在此所以用實高為比例於視差之理尤為顯而易明也



求日食食甚真時及兩心視相距

日食求食甚真時及食甚視緯新法算書用渾天儀法以食甚用時之東西差與食甚近時之東西差相較得視行以用時之東西差比例得時分與食甚用時相加減（限西加限東減）而得食甚真時以真時之南北差與食甚實緯相加減（白平象限在天頂南緯南則加緯北則減白平象限在天頂北緯南則減緯北則加）而得食甚視緯上編言之詳矣（見日食三限時刻及求食甚真時食甚視緯篇）然其求真時也必求太陰視行正當實緯之度乃以視行之道與白道為平行故與實緯成

直角而視緯與實緯必合為一線也夫近時之東西差與用時之東西差既不等因白道高弧交角及則高下差不同之故南北差亦不等而視行即不與白道平行視行既不與白道平行則實緯即不與視行成直角而日月兩心相距最近之線亦不與實緯合為一線矣近日西法用簡平儀繪圖算渾儀從上視如覩平面是為簡平儀以本日地平高下差本日地平日月兩地半徑差相減餘為本日地平高下差為半徑作平圓即地徑當即地受日照之半面上應渾天半周圓心月天之度即日射地面至地心之點以人視日則人所處之地

面即日影心以日照月則月所當之地面即月影心假令人所處之地面正在圜心則必見日當天頂又正當子午圈而月之實緯即日月兩心視相距外此則日影心之所在隨時隨地不同若日影心與月影心同點則必見日全食若日影心與月影心之相距大於併徑則不見食故先以食甚用時求其兩心視相距復設一時限西向後設限東向前設亦求其兩心視相距以此兩視距線及所夾之角求其對邊為視行自日影心至視行作垂線與視行成直角是為兩心相距最

近之處月影心臨此直角之點即為食甚真時因垂線不與實緯合故不曰視緯而曰兩心視相距然後以所得真時復考其兩心視相距果與所求垂線合則食甚真時即為定真時不然則又作垂線求之蓋太陰視差時時不同其視行之道既不與白道平行又不能自成直線其兩心視相距最近之線不與白道成直角而與視行成直角（兩心實相距不與白道成直角而與斜距成直角兩心視相距又不與斜距成直角而與視行成直角今法與舊法之不同在此）故反覆推求務得太陰正當視行直角之點斯為兩心最近之

處而食甚乃為確準也是法也可以圖代算可以一圖而知各地見食之不同新奇精巧與舊法迥殊然其理無不可以相通葢舊法以渾測渾可實指其東西南北之差而視行之法甚簡新法寫渾於平可實稽其實距視距之異而視差之理尤精今以新法合舊名義衆觀而詳觧之則理之確者以並觀而益明法之奇者因相較而益顯庶觀者由舊徑以造新途不致有捍格之勢而算者取新規以合舊範更坐收密合之方矣

震

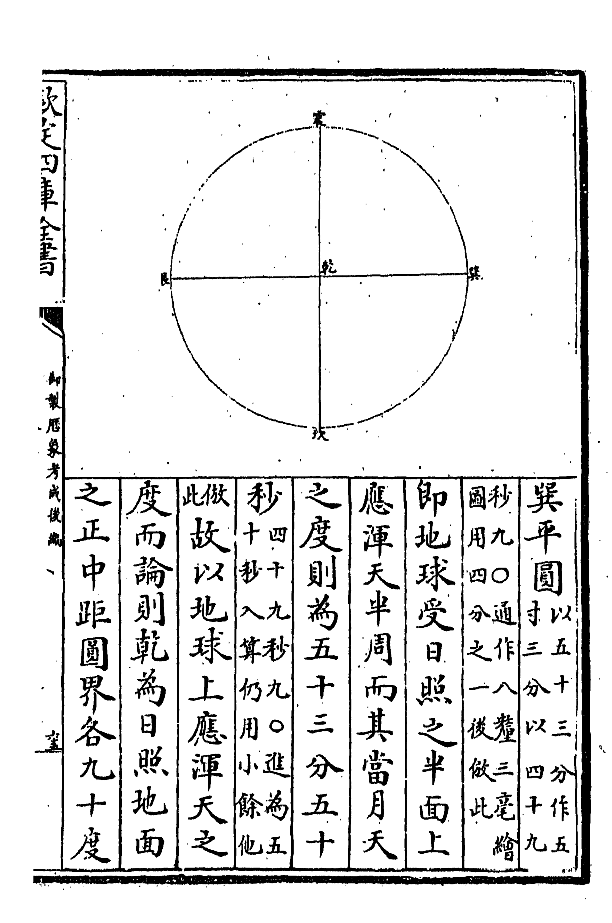
乾

艮

巽

坎

如雍正八年庚戌六月戊戌朔日食太陰實引初宫八度四十七分三十一秒四〇地平地半徑差五十三分五十九秒九〇内減太陽地平地半徑差十秒餘五十三分四十九秒九〇爲本日地平高下差以此爲乾坎半徑作坎艮震



巽平圓以五十三分作五寸三分以四十九秒九〇通作八釐三毫繪圖用四分之一後做此即地球受日照之半面上應渾天半周而其當月天之度則為五十三分五十秒四十九秒九〇進為五十秒入算仍用小餘他做此故以地球上應渾天之度而論則乾為日照地面之正中距圓界各九十度



以地球為平面則地面之弧與正弦等半徑為九十度之正弦故半徑即九十度假令人在圓心乾則見日當天頂又當正午坎震赤道經圈即其地之子午圈艮巽即其地之卯酉圈坎為北震為南艮為東巽為西若人在圓界則見日當地平在坎震線之西者見日為午前

在坎震線之東者見日為午後自是以外則見日之高下隨地不同要以人所處之地面為日影心上應本處天頂人距日照地面正中之度即日距天頂之度而以地面所當月天之度而論則地之半徑與地平高下差等人距日照地

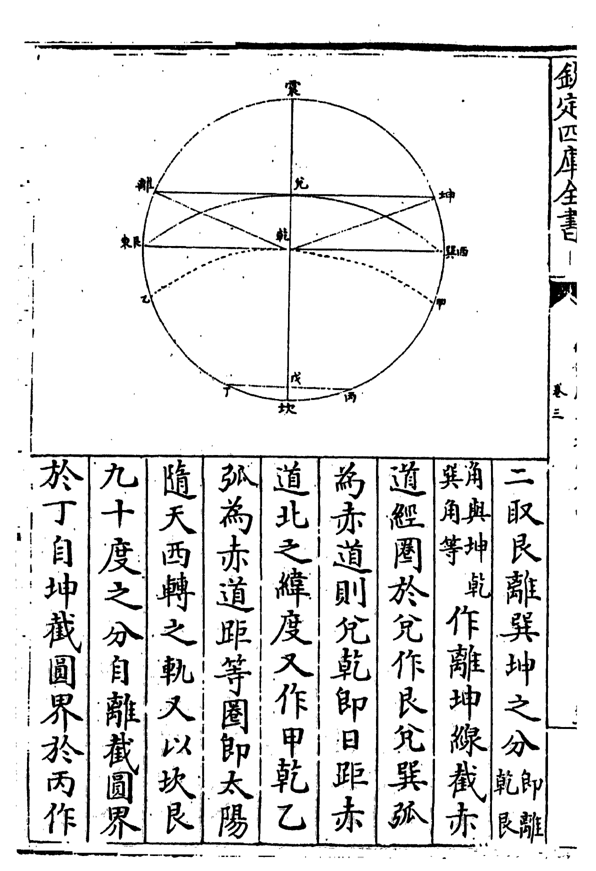
南巽

東艮　乾　西兌

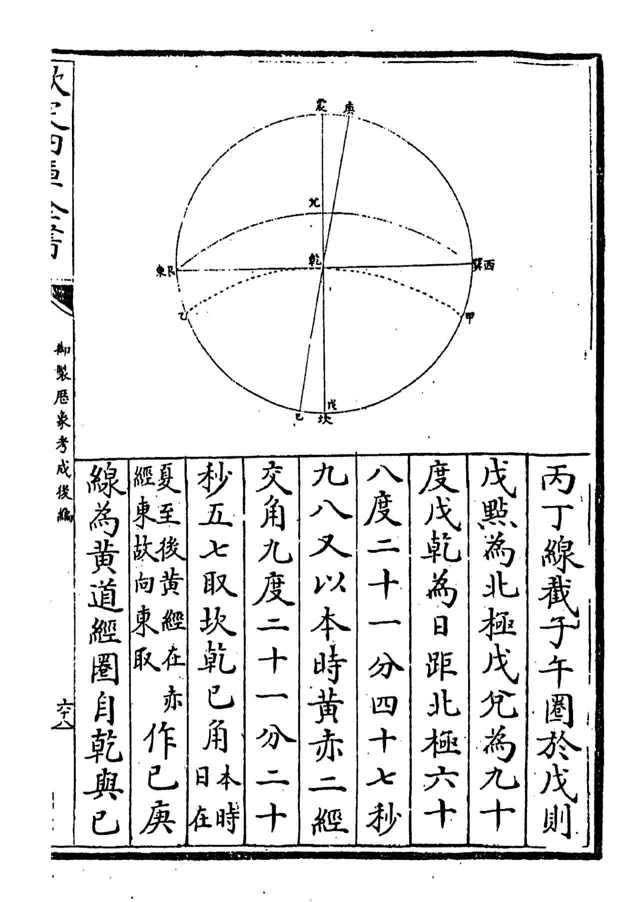
北坎

面正中之度與本時高下差等見前高下差篇故隨高弧之所向以本時高下差之度自圓心取之卽人所處之地面亦卽本時之日影心隨白經之所向以月實緯之度自圓心取之卽本時之月影心夫月影心當月天之度卽太陰之實緯度

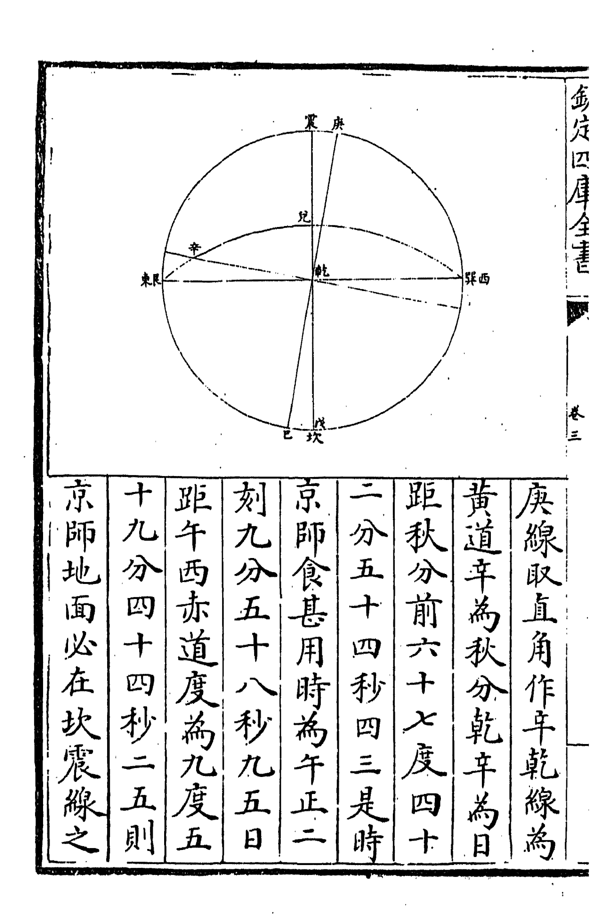
而日影心當月天之度不為太陽之實高度而為太陽之視高度則地面日月兩影心之相距因高下差而殊而食甚之早晚食分之淺深所以因視差而變者皆可按圖而稽矣乃以本時日距赤道北二十一度三十八分一十二秒〇



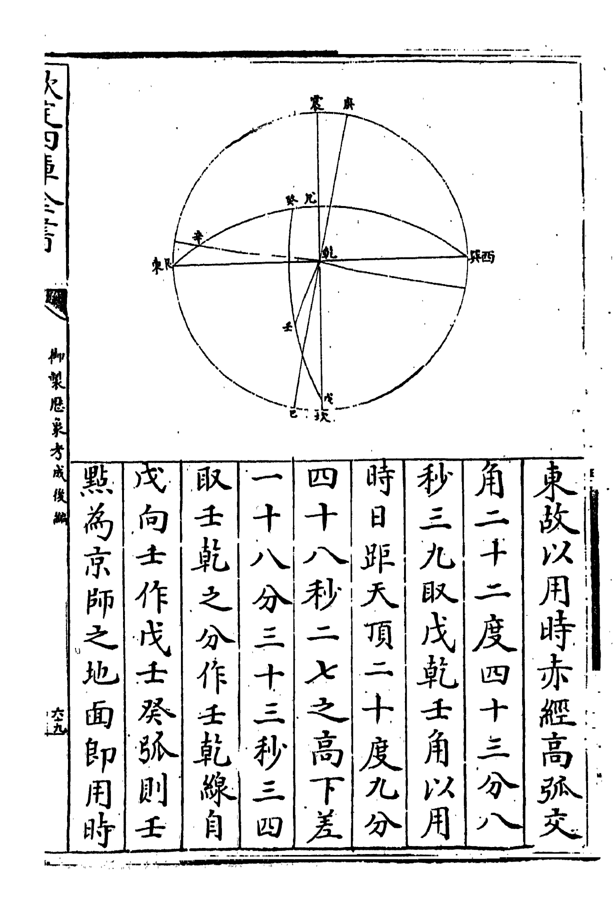
二取艮離巽坤之分（即離乾艮角與坤乾巽角等）作離坤線截赤道經圈於兌作艮兌巽弧為赤道則兌乾即日距赤道北之緯度又作甲乾乙弧為赤道距等圈即太陽隨天西轉之軌又以坎艮九十度之分自離截圜界於丁自坤截圜界於丙作



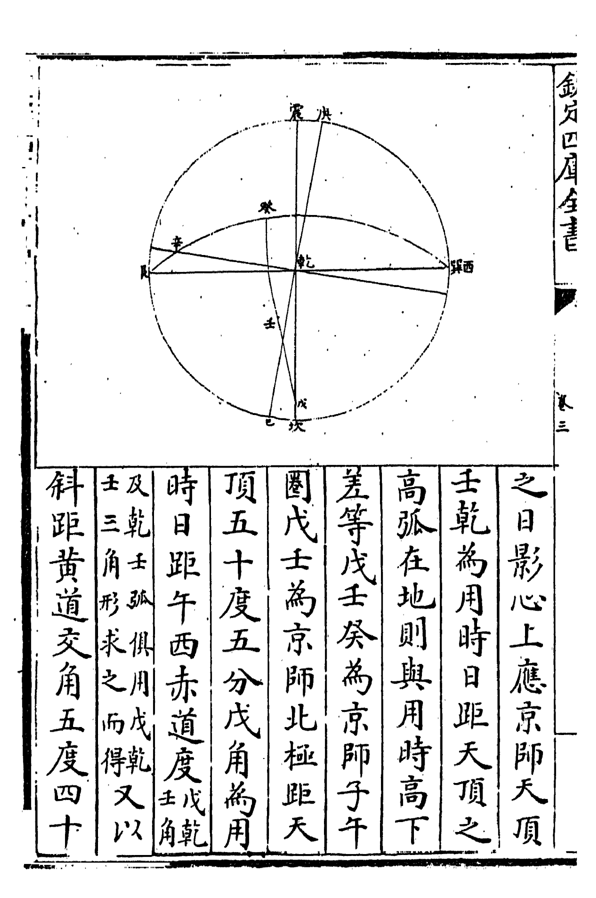
丙丁線截子午圈於戊則戊點為北極戊兌為九十度戊乾為日距北極六十八度二十一分四十七秒九八又以本時黃赤二經交角九度二十一分二十秒五七取坎乾巳角本時日在夏至後黃經在赤經東故向東取作巳庚線為黃道經圈自乾與巳



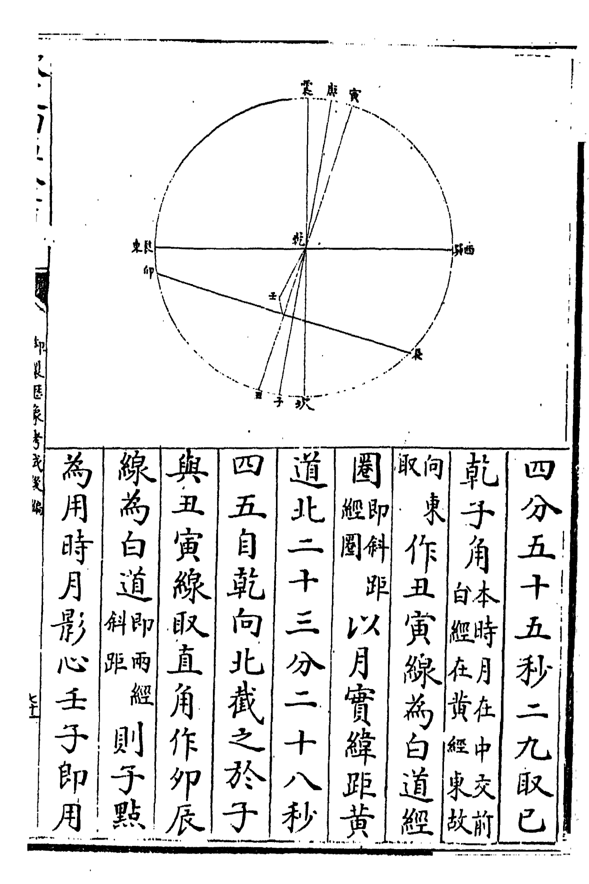
庚線取直角作辛乾線為黄道辛為秋分乾辛為日距秋分前六十七度四十二分五十四秒四三是時京師食甚用時為午正二刻九分五十八秒九五日距午西赤道度為九度五十九分四十四秒二五則京師地面必在坎震線之



東故以用時赤經高弧交角二十二度四十三分八秒三九取戊乾壬角以用時日距天頂二十度九分四十八秒二七之高下差一十八分三十三秒三四取壬乾之分作壬乾線自戊向壬作戊壬癸弧則壬點為京師之地面即用時

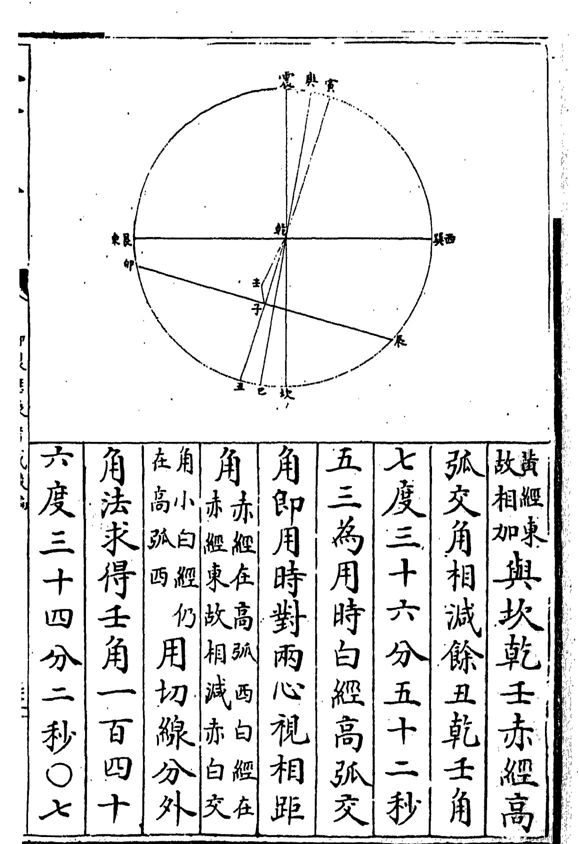


之日影心上應京師天頂壬乾為用時日距天頂之高弧在地則與用時高下差等戊壬癸為京師子午圈戊壬為京師北極距天頂五十度五分戊角為用時日距午西赤道度戊乾壬角及乾壬弧俱用戊乾壬三角形求之而得又以斜距黃道交角五度四十

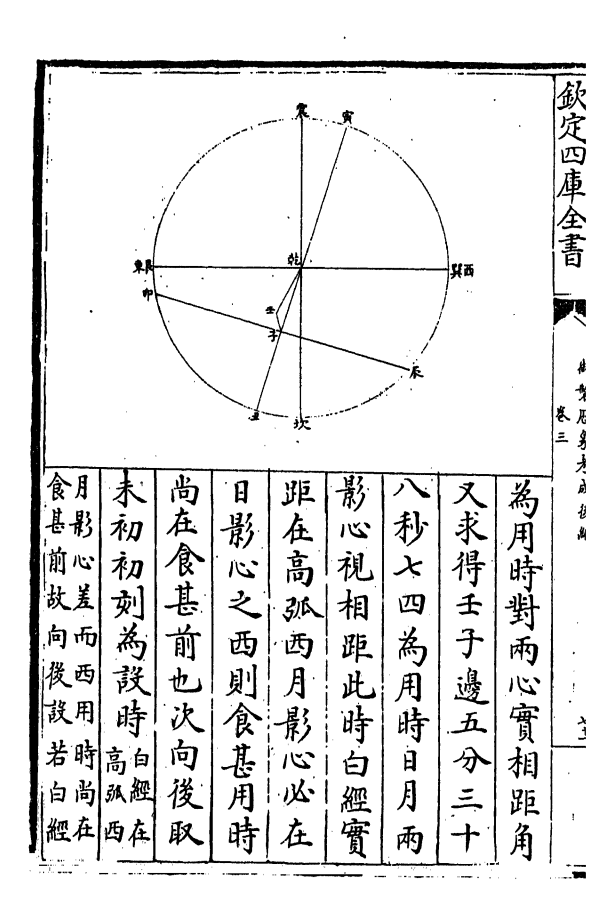


四分五十五秒二九取巳乾子角本時月在中交前白經在黃經東故向東取作丑寅線為白道經圈即斜距經圈以月實緯距黃道北二十三分二十八秒四五自乾向北截之於子與丑寅線取直角作卯辰線為白道即兩經斜距則子點為用時月影心壬子即用

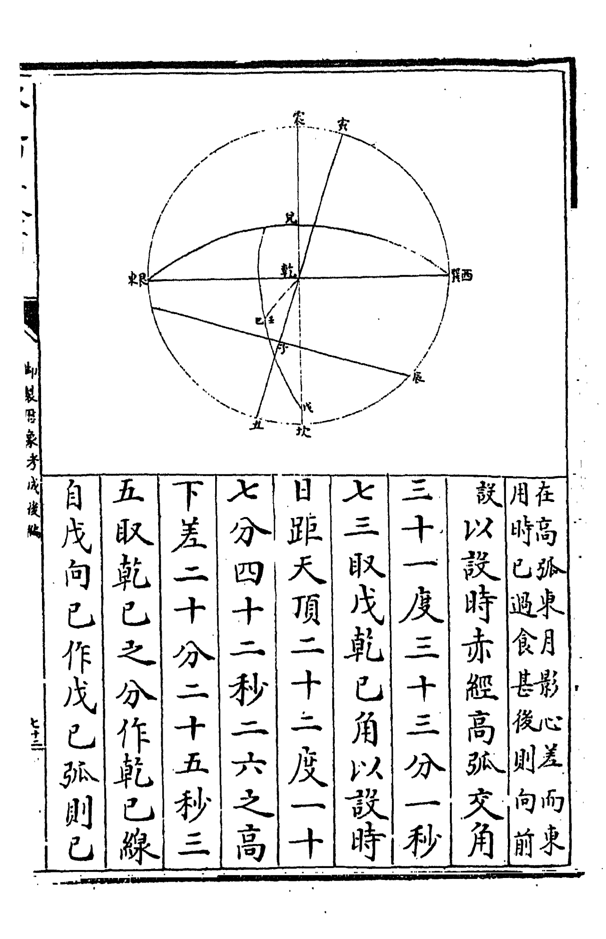
時日月兩影心視相距乃用乾壬子三角形乾子為食甚用時日月兩心實相距乾壬為用時高下差以己乾丑黃白二經交角與坎乾己黃赤二經交角相加得坎乾丑角一十五度六分一十五秒八六為赤白二經交角黃經在赤經東白經又在



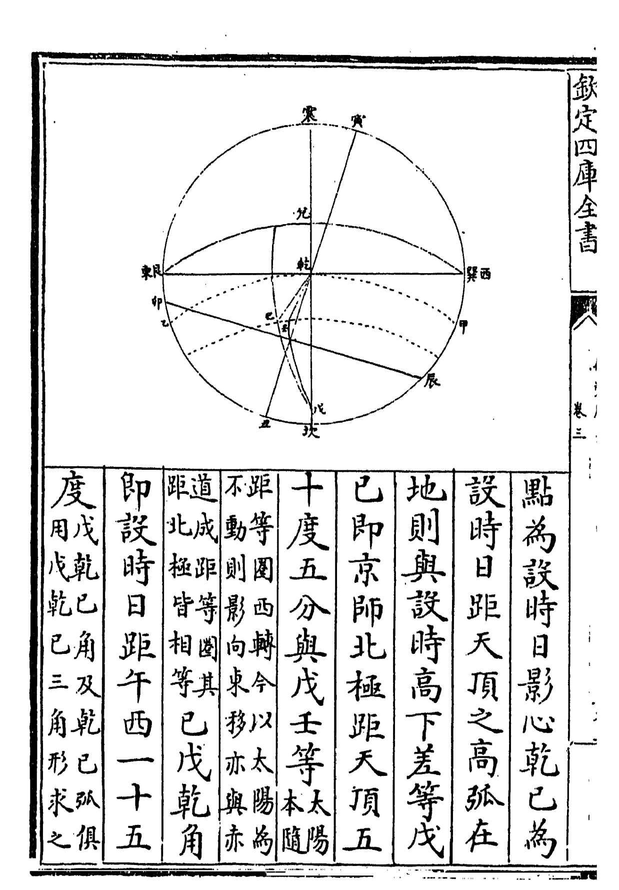
（黃經東故相加）與坎乾壬赤經高弧交角相減餘丑乾壬角七度三十六分五十二秒五三為用時白經高弧交角卽用時對兩心視相距角（赤經在高弧西白經在赤經東故相減赤白交角小白經仍在高弧西）用切線分外角法求得壬角一百四十六度三十四分二秒〇七



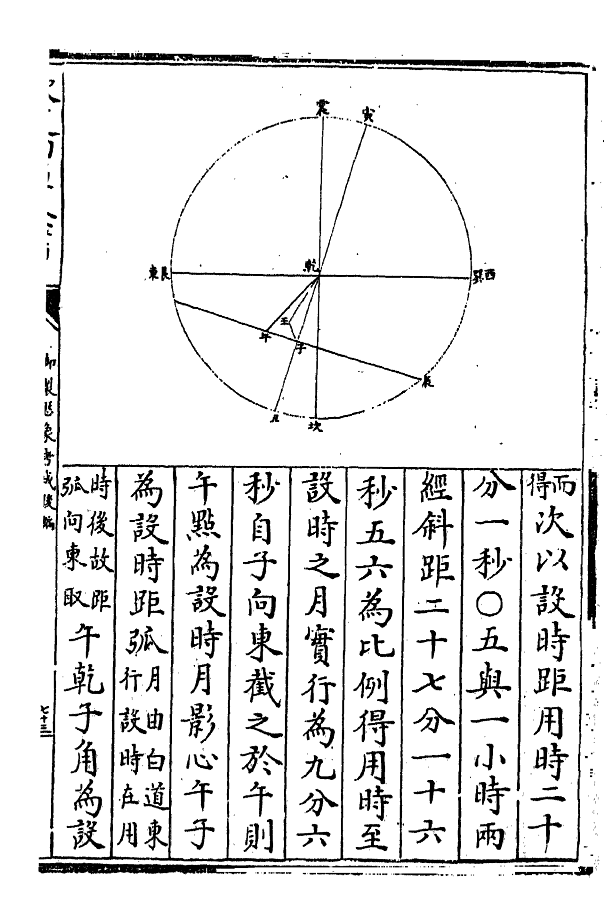
為用時對兩心實相距角又求得壬子邊五分三十八秒七四為用時日月兩影心視相距此時白經實距在高弧西月影心必在日影心之西則食甚用時尚在食甚前也次向後取未初初刻為設時白經在高弧西月影心差而西用時尚在食甚前故向後設若白經



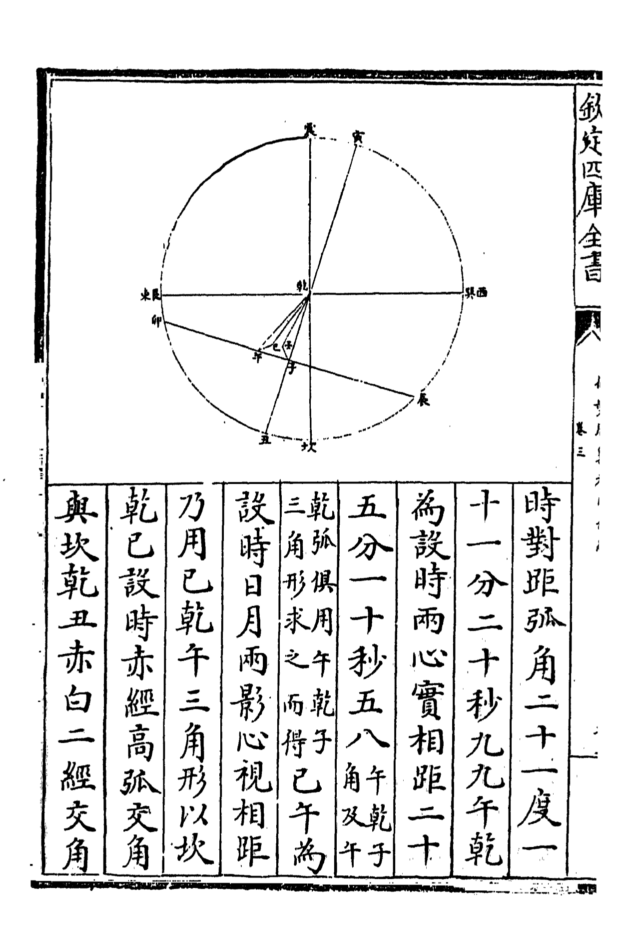
在高弧東月影心差而東用時已過食甚後則向前設以設時赤經高弧交角三十一度三十三分一秒七三取戊乾巳角以設時日距天頂二十二度一十七分四十二秒二六之高下差二十分二十五秒三五取乾巳之分作乾巳線自戊向巳作戊巳弧則巳



點為設時日影心乾巳為設時日距天頂之高弧在地則與設時高下差等戊巳即京師北極距天頂五十度五分與戊壬等（太陽本隨距等圈西轉今以太陽為不動則影向東移亦與赤道成距等圈其距北極皆相等）巳戊乾角即設時日距午西一十五度（戊乾巳角及乾巳弧俱用戊乾巳三角形求之）

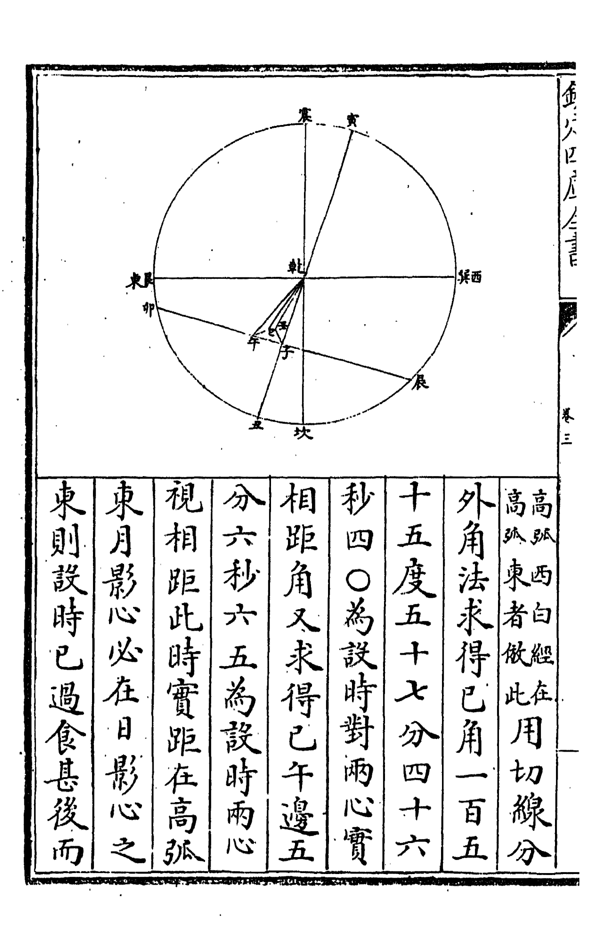


而得次以設時距用時二十分一秒〇五與一小時兩經斜距二十七分一十六秒五六為比例得用時至設時之月實行為九分六秒自子向東截之於午則午點為設時月影心午子為設時距弧月由白道東行設時在用時後故距弧向東取午乾子角為設



時對距弧角二十一度一十一分二十秒九九午乾為設時兩心實相距二十五分一十秒五八午乾子角及午乾弧俱用午乾子三角形求之而得己午為設時日月兩影心視相距乃用己乾午三角形以坎乾己設時赤經高弧交角與坎乾丑赤白二經交角

相減餘丑乾巳角一十六度二十六分四十五秒八七為設時白經高弧交角加減之理與用時白經高弧交角同與午乾子對距弧角相減餘巳乾午角四度四十四度三十五秒一二即設時對兩心視相距角月在黃道北白經在高弧西對距弧角大則實距在高弧東對距弧角小則實距在

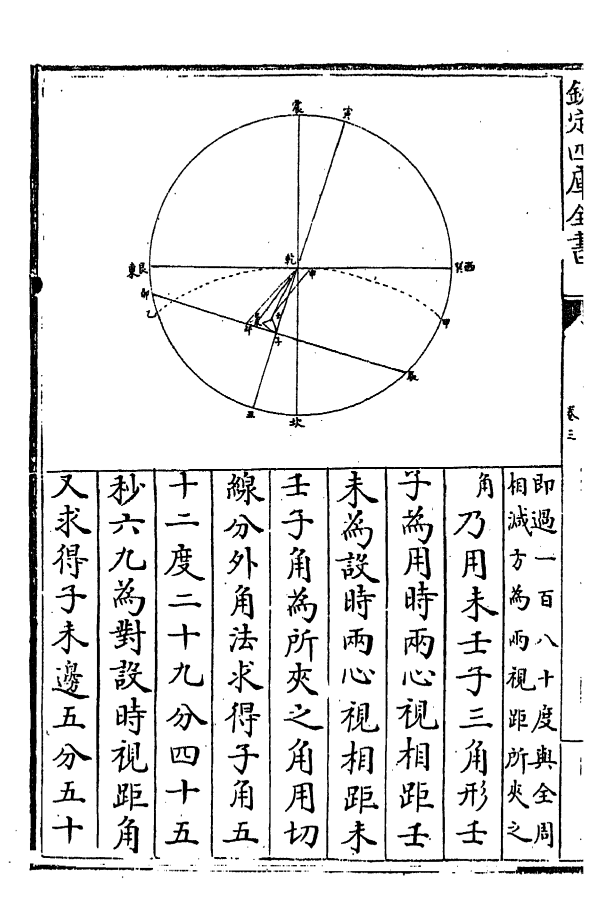


高弧西白經在高弧東者倣此用切線分外角法求得巳角一百五十五度五十七分四十六秒四〇為設時對兩心實相距角又求得巳午邊五分六秒六五為設時兩心視相距此時實距在高弧東月影心必在日影心之東則設時已過食甚後而

食甚真時之月實行必在子午二點之間矣於是與巳午線平行作壬未線與巳午等為設時兩心視相距又與巳乾平行作壬申線為設時高弧則未壬申角與午巳乾角等以丑乾壬用時白經高弧交角與丑乾巳設時白經高弧交

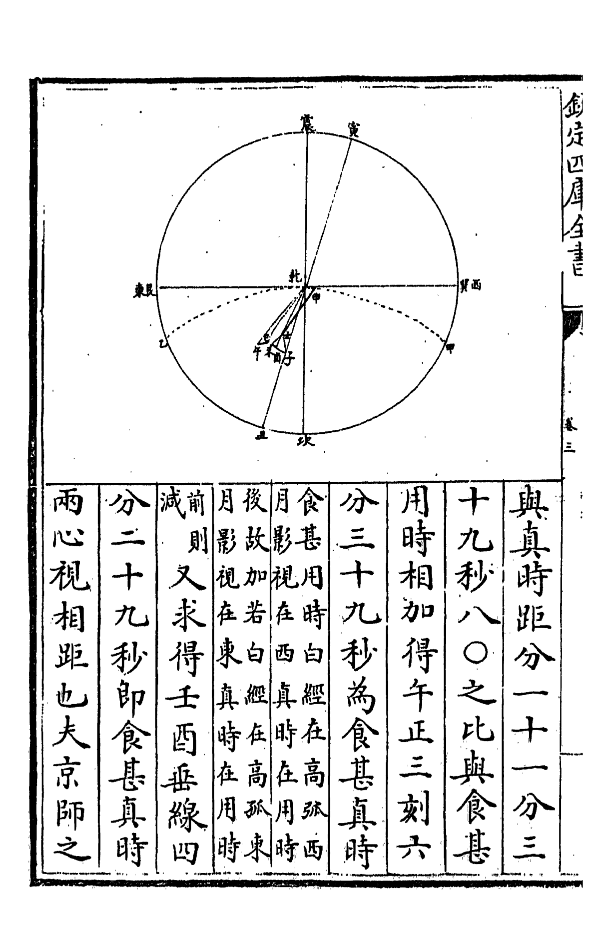
角相減餘壬乾巳角八度四十九分五十三秒三四為兩白經高弧交角較與乾壬申角等與乾壬子用時對兩心實相距角相減餘申壬子角一百三十七度四十四分八秒七三為設時高弧交用時視距角與未壬申角相加未壬申角與午

已乾角等即對設時兩心實相距角得二百九十三度四十一分五十五秒一三與三百六十度相減餘未壬子角六十六度一十八分四秒八七為對設時視行角用時實距在高弧西設時實距在高弧東兩角與高弧相背故相加若同在高弧之一邊則相減又用時設時兩月影心俱在日影心之北兩角與兩視距相背俱為鈍角故相加



即過一百八十度與全周相減方為兩視距所夾之角乃用未壬子三角形壬子為用時兩心視相距壬未為設時兩心視相距未壬子角為所夾之角用切線分外角法求得子角五十二度二十九分四十五秒六九為對設時視距角又求得子未邊五分五十

三秒九五為設時視行次自壬作壬酉垂線與子未視行成直角則壬酉相距為最近故用壬子酉直角形求得子酉分邊三分二十六秒二三為真時視行以子未設時視行與設時距分二十分一秒〇五之比即同於子酉真時視行

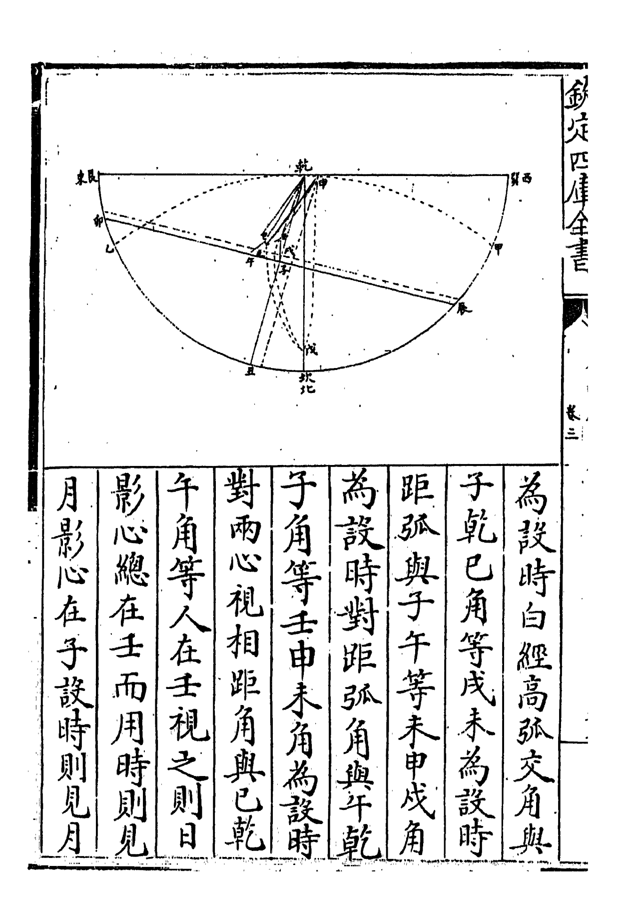


與真時距分一十一分三十九秒八〇之比與食甚用時相加得午正三刻六分三十九秒為食甚真時食甚用時白經在高弧西月影視在西真時在用時後故加若白經在高弧東月影視在東真時在用時前則減又求得壬酉垂線四分二十九秒即食甚真時兩心視相距也夫京師之

地面一也既以人所處之地面為日影心而用時日影心在壬設時日影心在己其故何也此圖用三分之一蓋人之所處原有定在而太陽隨天西轉其所照之地面時時不同設時太陽既轉而西人在壬視之則乾點亦移而西矣今仍就原

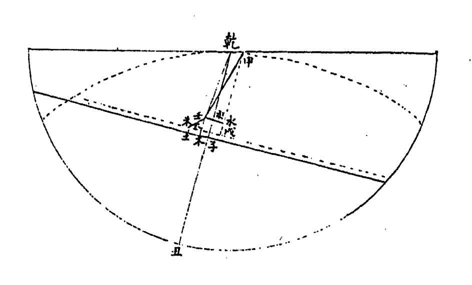
乾點立算則人之視日如在巳視乾是非人所處之地面改也日之所照者改也若就一壬點立算則設時日照地面正中之點隨距等圈西轉至申白道經圈西轉至戌戌申為太陽距北極與戌乾等申戌為距緯與子乾等戌申戌角

為赤白二經交角與戊乾丑角等戊壬為京師北極距天頂與戊巳等申戊壬角為設時日距午西赤道度與乾戊巳角等戊申壬角為設時赤經高弧交角與戊乾巳角等申壬為設時太陽距天頂即設時高下差與乾巳等戊申壬角

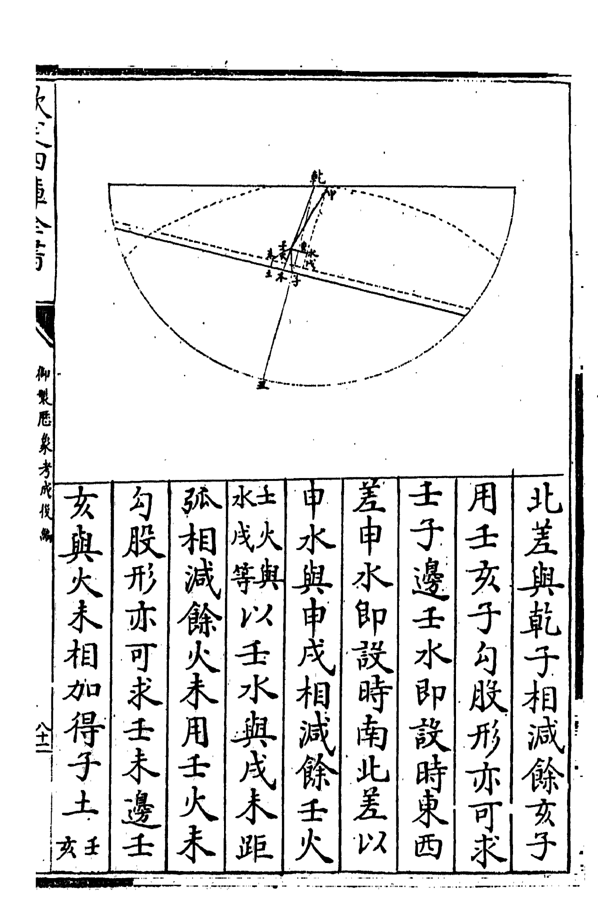


為設時白經高弧交角與子乾巳角等戊未為設時距弧與子午等未申戌角為設時對距弧角與午乾子角等壬申未角為設時對兩心視相距角與巳乾午角等人在壬視之則日影心總在壬而用時則見月影心在子設時則見月

影心在未是自用時至設時見月影心循子未線行故子未為設時視行夫子未視行線既不與白道平行則壬酉兩心相距最近之線即不與白道成直角而與視行成直角故以月影心臨於酉點為食甚真時以壬酉垂線為食甚兩



心視相距也然則與舊法之可以相通者何也蓋舊法從太陰取高下差今從日影心當月天之度取高下差形象雖殊理數則一試與白道平行作壬亥水線與白經平行作壬火木線及未土線則壬亥即用時東西差乾亥即用時南



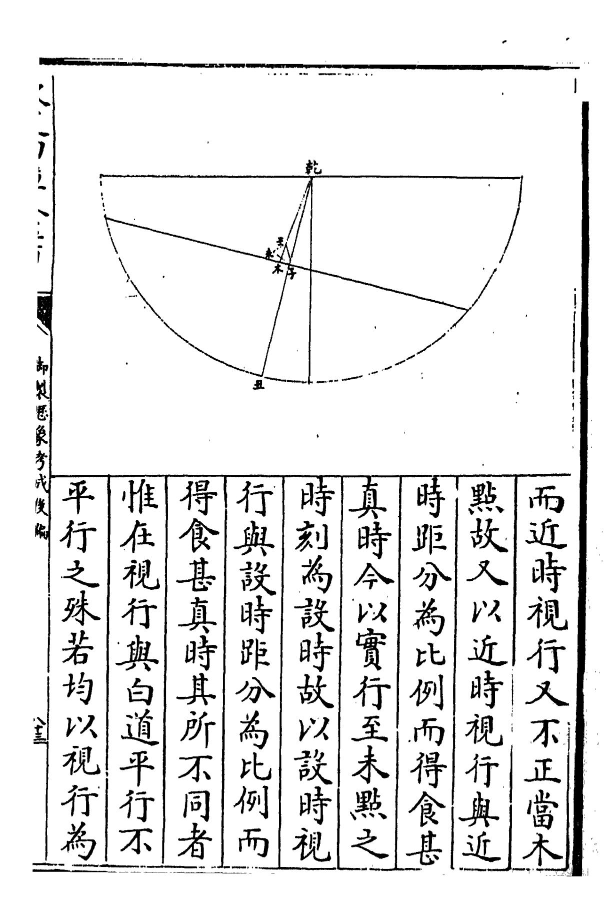
北差與乾子相減餘亥子用壬亥子勾股形亦可求壬子邊壬水即設時東西差申水即設時南北差以申水與申戌相減餘壬火壬火與水戌等以壬水與戌未距弧相減餘火未用壬火未勾股形亦可求壬未邊壬亥與火未相加得子土壬亥

與子木等火未與木土等壬火與亥子相減餘未土亥子與壬木等火木與未土等用子未土勾股形亦可求子未邊既得三邊則用壬子未三角形亦可求中垂線矣是則與舊法之可以相通者然也然則與舊法之所以異者何也按舊法當以壬水設時東西差

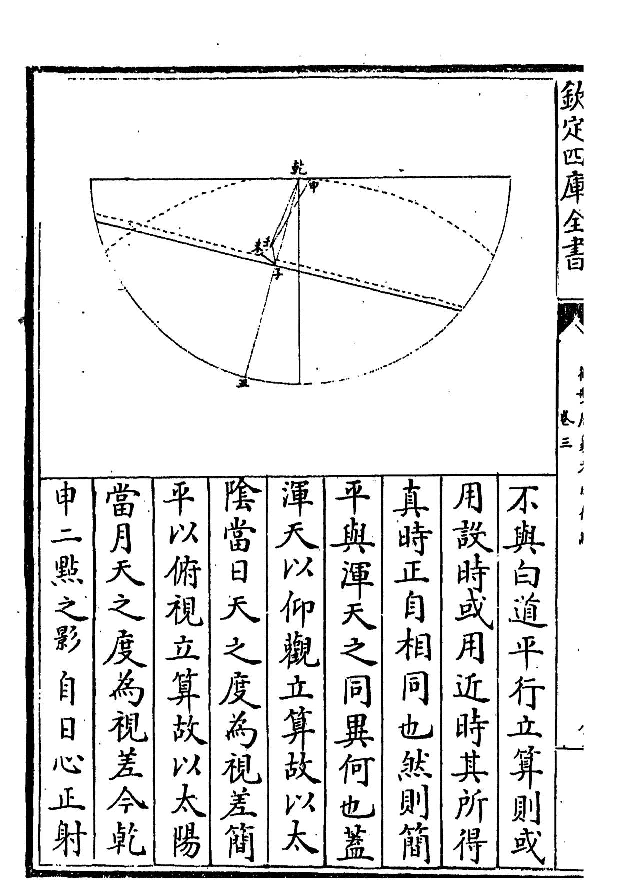
與戊未設時距弧相減舊法以用時東西差為距弧故即以兩東西差相減餘火未與子木用時東西差相加火未與木土等子木與壬亥等得子土為設時視行乃以白道度算故以太陰視行經度臨於白道木點為食甚真時壬木線與白道成直角今以子未為設時視行不

以白道度算故以月影心臨於酉點爲食甚眞時壬酉線不與白道成直角而與子未視行成直角是則與舊法之所以異者然也

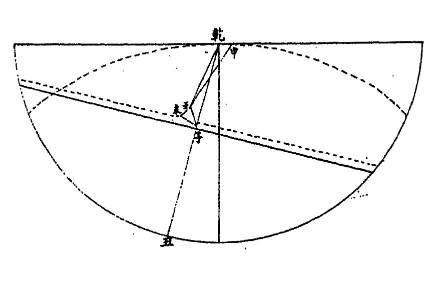
然則設時與近時之不同何也蓋舊法以木點爲白道當太陽之度故先求實行至木點之時刻爲近時



而近時視行又不正當未點故又以近時視行與近時距分為比例而得食甚真時今以實行至未點之時刻為設時故以設時視行與設時距分為比例而得食甚真時其所不同者惟在視行與白道平行不平行之殊若均以視行為



不與白道平行立算則或用設時或用近時其所得真時正自相同也然則簡平與渾天之同異何也蓋渾天以仰觀立算故以太陰當日天之度為視差簡平以俯視立算故以太陽當月天之度為視差今乾申二點之影自日心正射

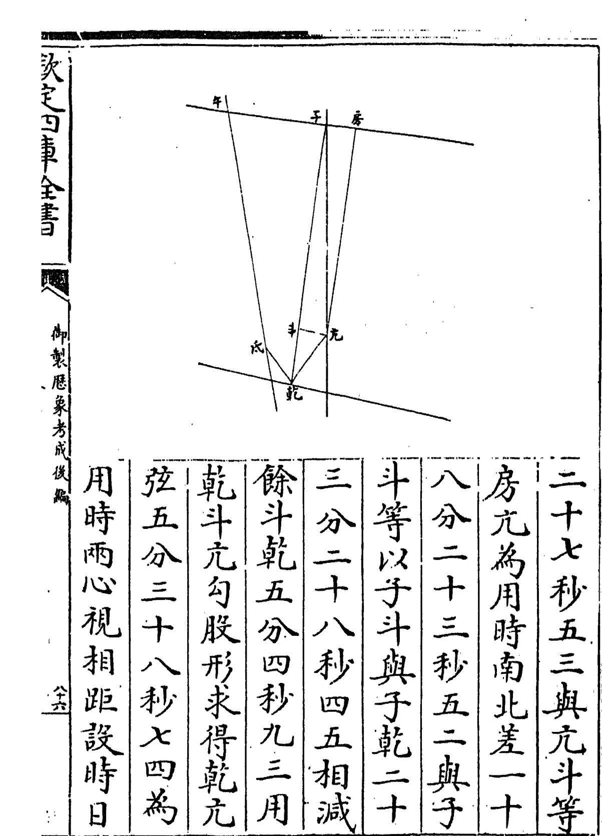


地心乃太陽實高當月天之度壬點之影自日心照至地面乃太陽視高當月天之度見前高下差篇故壬乾壬申皆為高下差夫太陽視高既當月天壬點而用時月心原在月天子點設時月心原在月天未點故壬子壬未即皆為日月兩心

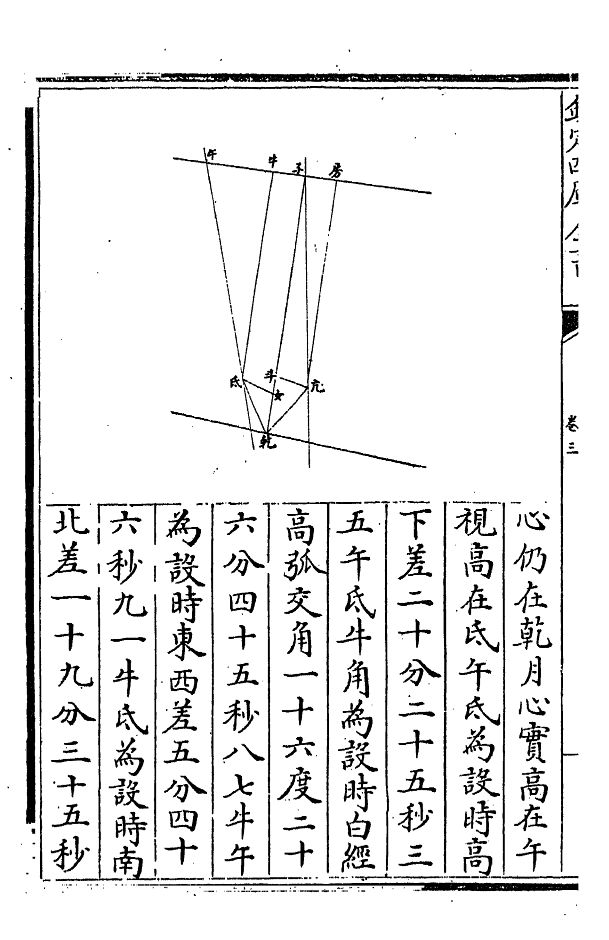
視相距是以日天當月天之度算也若以月天當日天之度而論則用時月天壬點之度當日天之乾而太隂子點即當日天之亢故子亢為用時高下差與乾壬等乾亢為用時兩心視相距與壬子等設時月天巳點之度當日天之乾

而太陰午點即當日天之氐故午氐為設時高下差與乾巳等乾氐為設時兩心視相距與巳午等亦與壬未等而亢氐亦與子未等是簡平與渾天本屬一理但自圓外觀耳如以圓內仰覷立算則上為北下為南東西猶舊此以白平象限在天

頂南而論如白平象限在天頂北則上為南下為北東西相反用時日心在乾月心實高在子視高在亢子亢為用時高下差一十八分三十三秒三四此圖用全分乾子亢角為用時白經高弧交角七度三十六分五十二秒五三與子亢房角等子房為用時東西差二分



二十七秒五三與亢斗等房亢為用時南北差一十八分二十三秒五二與子斗等以子斗與子乾二十三分二十八秒四五相減餘斗乾五分四秒九三用乾斗亢勾股形求得乾亢弦五分三十八秒七四為用時兩心視相距設時日

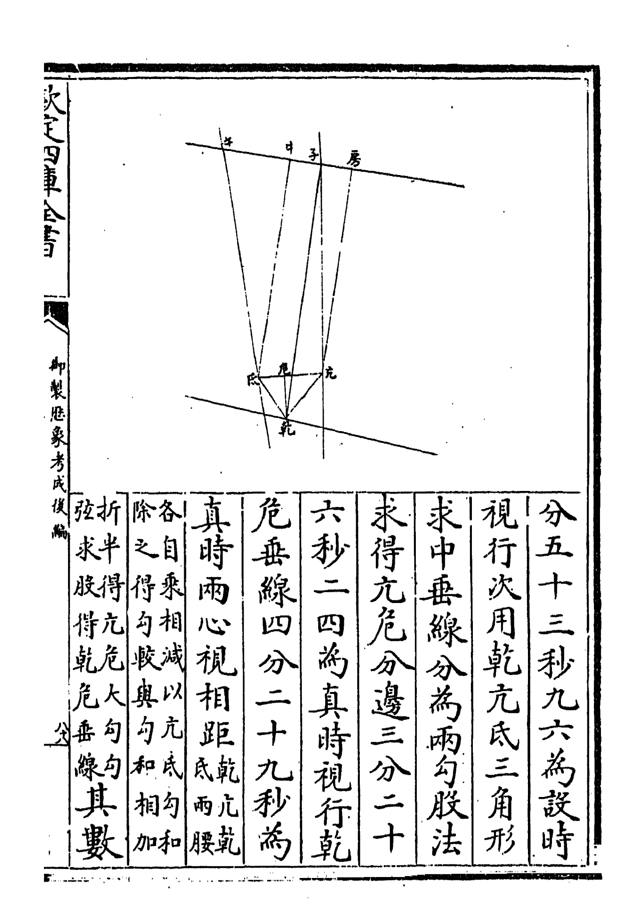


心仍在乾月心實高在午視高在氐午氐為設時高下差二十分二十五秒三五午氐牛角為設時白經高弧交角一十六度二十六分四十五秒八七牛午為設時東西差五分四十六秒九一牛氐為設時南北差一十九分三十五秒

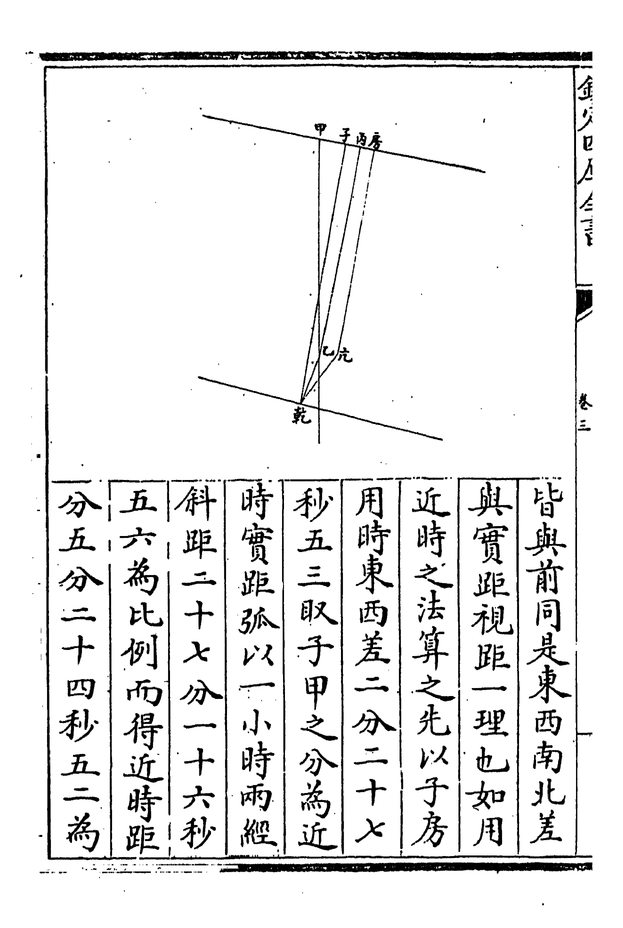
午 牛 子 房
斗 氐 女 亢
乾

二二與子女等以牛午與子午設時實距弧九分六秒相減餘子牛三分一十九秒〇九為設時視距弧與女氐等以子女與子乾相減餘女乾三分五十三秒二三用乾女氐勾股形求得乾氐弦五分六秒六五為設時兩心視相距次

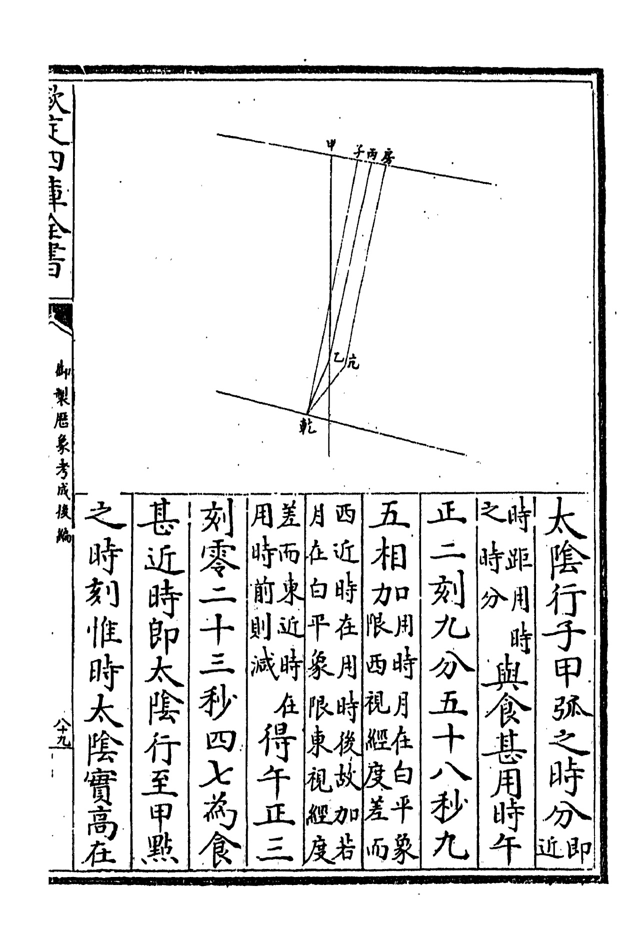
以女氐設時視距弧與亢斗用時東西差相加女氐與斗虛等得亢虛五分四十六秒六二為用設二時視距和以房亢用時南北差與牛氐設時南北差相減餘虛氐一分一十一秒七〇為用設二時緯差較用亢氐虛勾股形求得亢氐弦五



分五十三秒九六為設時視行次用乾亢氐三角形求中垂線分為兩勾股法求得亢危分邊三分二十六秒二四為真時視行乾危垂線四分二十九秒為真時兩心視相距乾亢乾氐兩腰各自乘相減以亢氐勾和除之得勾較與勾和相加折半得亢危大勾勾弦求股得乾危垂線其數

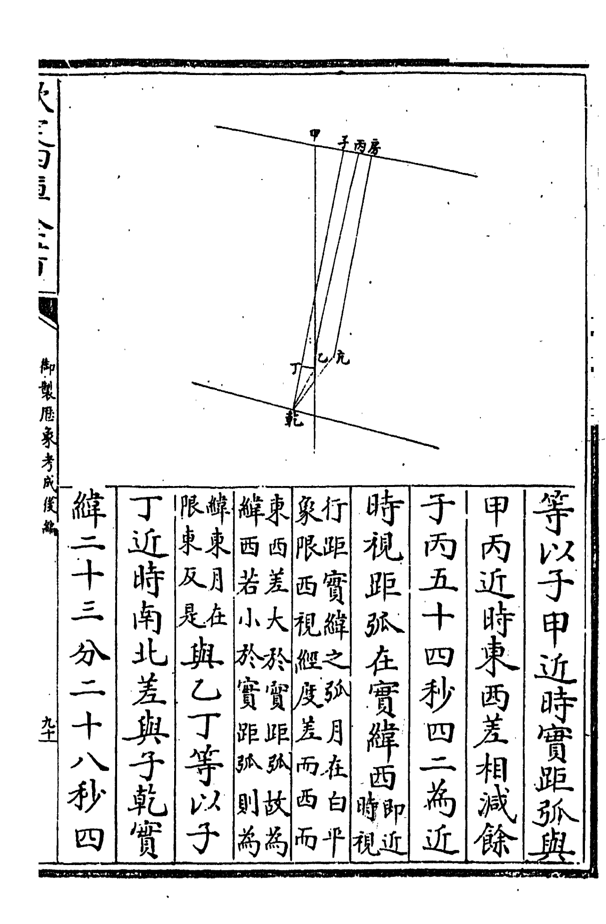


皆與前同是東西南北差與實距視距一理也如用近時之法算之先以子房用時東西差二分二十七秒五三取子甲之分為近時實距弧以一小時兩經斜距二十七分一十六秒五六為比例而得近時距分五分二十四秒五二為

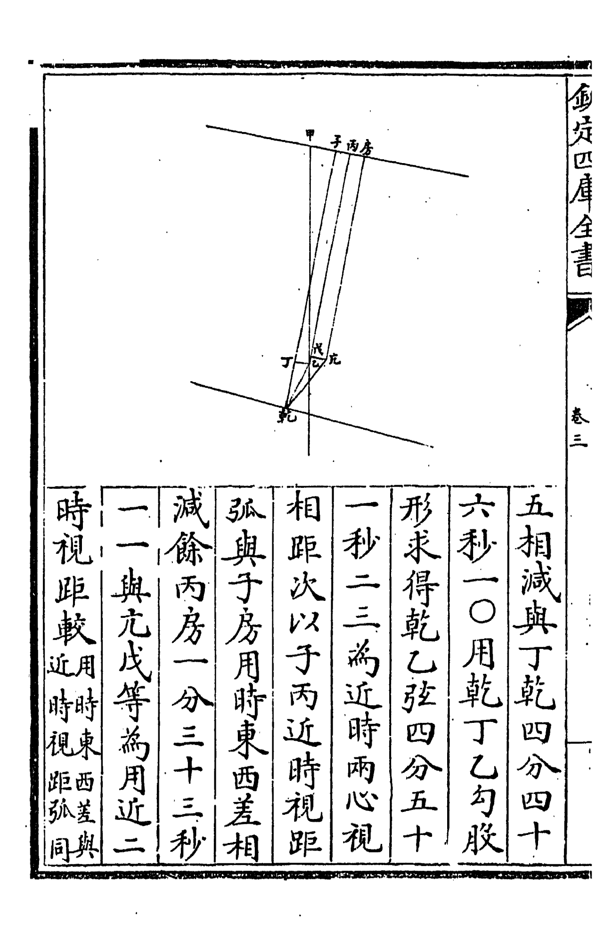


太陰行子甲弧之時分即近時距用時之時分與食甚用時午正二刻九分五十八秒九五相加用時月在白平象限西視經度差而西近時在用時後故加若月在白平象限東視經度差而東近時在用時前則減得午正三刻零二十三秒四七為食甚近時即太陰行至甲點之時刻惟時太陰實高在

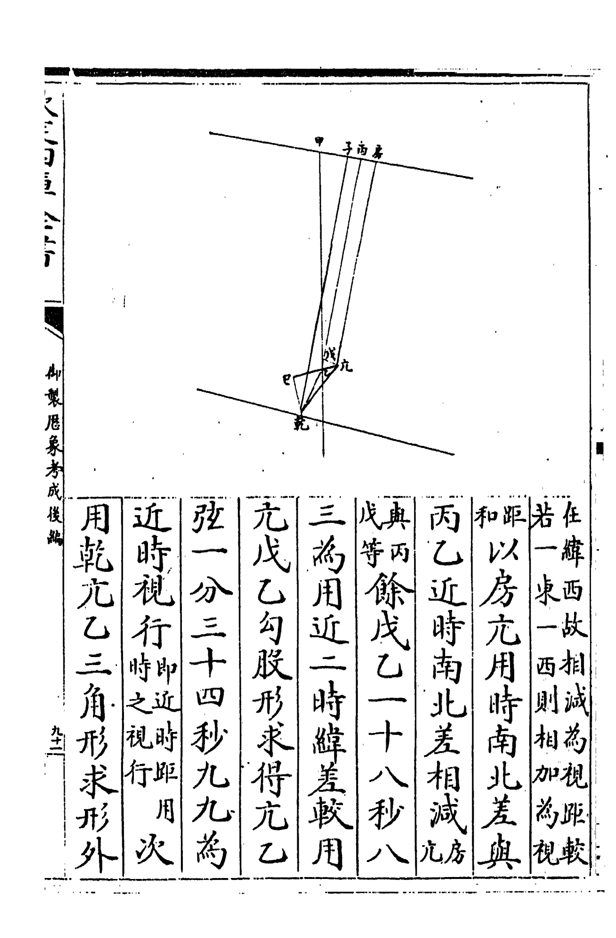
甲視高在乙甲乙為近時高下差一十九分零百分秒之三十七按法求得甲乙丙角一十度一十二分一秒九二為近時白經高弧交角甲丙為近時東西差三分二十一秒九五丙乙為近時南北差一十八分四十二秒三五與子丁



等以子甲近時實距弧與甲丙近時東西差相減餘子丙五十四秒四二為近時視距弧在實緯西即近時視行距實緯之弧月在白平象限西視經度差而西而東西差大於實距弧故為緯西若小於實距弧則為緯東月在限東反是與乙丁等以子丁近時南北差與子乾實緯二十三分二十八秒四



五相減與丁乾四分四十六秒一〇用乾丁乙勾股形求得乾乙弦四分五十一秒二三為近時兩心視相距次以子丙近時視距弧與子房用時東西差相減餘丙房一分三十三秒一一與亢戊等為用近二時視距較用時東西差與近時視距弧同



在緯西故相減為視距較若一東一西則相加為視距和以房亢用時南北差與丙乙近時南北差相減房亢與丙戊等餘戊乙一十八秒八三為用近二時緯差較用亢戊乙勾股形求得亢乙弦一分三十四秒九九為近時視行即近時距用時之視行次用乾亢乙三角形求形外

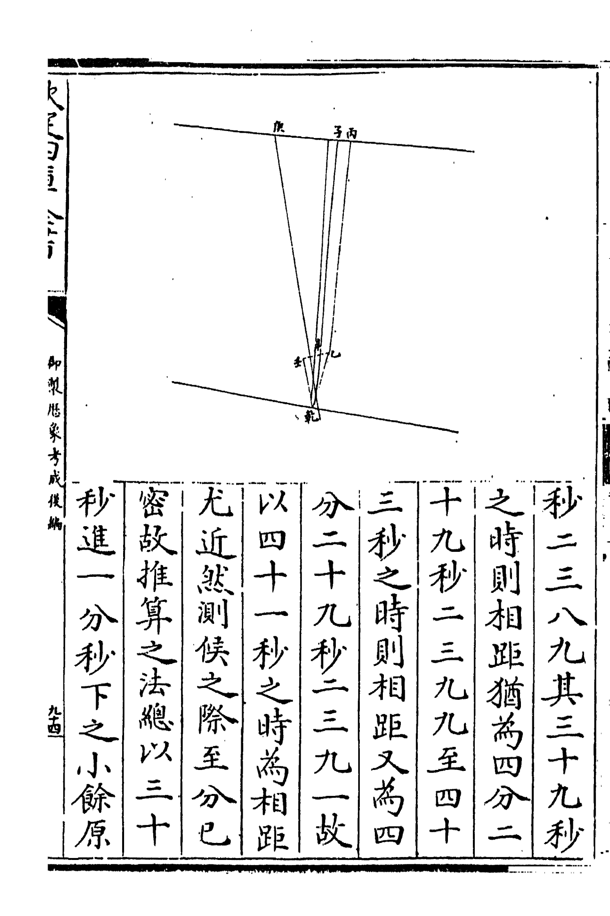
垂線補成兩勾股法求得亢巳分邊三分二十五秒〇三為真時視行即真時距用時之視行以亢乙近時視行與近時距分五分二十四秒五二之比同於亢巳真時視行與真時距分一十一分四十秒四六之比即真時距用時之時分與食甚用時相加

限西故加限東則減與近時同得午正三刻六分三十九秒爲食甚真時又求得乾巳垂線四分二十九秒爲真時兩心視相距乾亢乾乙兩腰各自乘相減以亢乙爲法除之得數大於亢乙則所得爲兩勾和而亢乙爲兩勾較故知垂線在形外若有得之數小於除之之數則所得之數爲兩勾較而除之之數爲兩勾和即知垂線在形內若除得之數與除之之數等則知

小腰即係垂線成直角也其數與用設時所得同是用近時與用設時一理也乃以真時午正三刻六分三十九秒按前法求其實高在庚視高在辛乾辛兩心視相距果為四分二十九秒與前所求垂線合而辛角猶未為直角故又求得乙辛邊一

分五十秒四九為考真時視行乙壬邊五十一秒〇二為定真時視行乾壬垂線仍為四分二十九秒為定真時兩心視相距以乙辛與考真時距分六分一十五秒五三之比（即真時距近時之時分）同於乙壬與定真時距分六分一十七秒三二

之比與近時相加得午正三刻六分四十秒七九（進為四十一秒）始為食甚定真時焉蓋食甚時兩心視相距之線與視行成直角故前後數秒之間其相距皆相等若秒下加小餘細考之則午正三刻六分四十一秒之時相距為四分二十九



秒二三八九其三十九秒之時則相距猶爲四分二十九秒二三九九至四十三秒之時則相距又爲四分二十九秒二三九一故以四十一秒之時爲相距尤近然測候之際至分已密故推算之法總以三十秒進一分秒下之小餘原

可不計今考之又考者第
以求其確準耳若用新數
而以視行與白道為平行
算之則早三分有奇故今
推視行之法尤為精密至
求近時則猶求設時之法
也求視差則猶求視距之
法也理無殊塗法歸一致
庶幾質諸往昔而無疑用

之推步而不惑矣

求日食初虧復圓時刻方位附

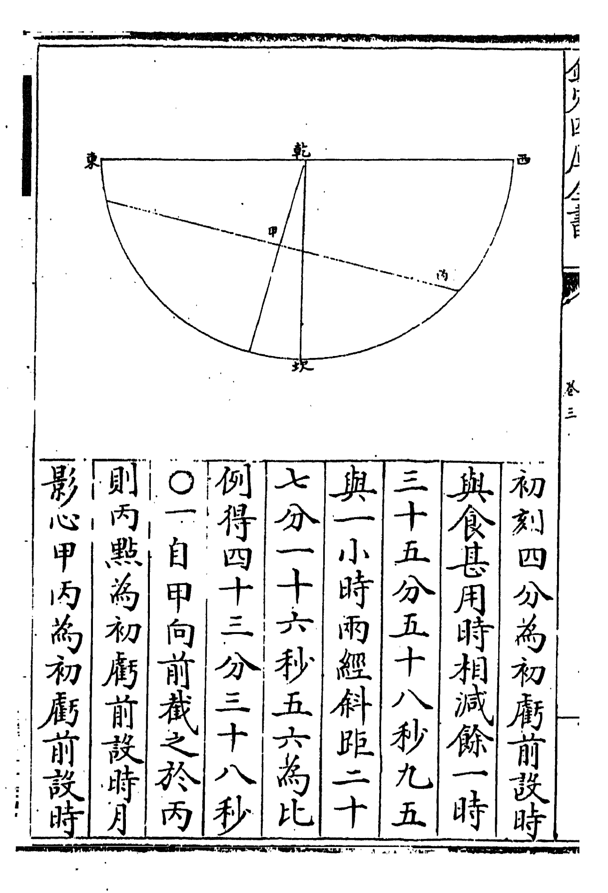
日食求初虧復圓時刻先以食甚視緯為一邊併徑為一邊以視緯交白道之角為直角用正弧三角形法求得初虧復圓距食甚之弧以一小時月距日實行比例得時分與食甚真時相加減為初虧復圓用時次以初虧復圓用時各求其東西差與食甚真時之東西差相較得初虧復圓視行與初虧復圓距弧比例得時分與食甚真時相加減為初虧復圓真時上編言之詳矣見食食三限時刻及求初虧復圓用時真時篇今食甚真時

兩心視相距與視行成直角初虧復圓距食甚之弧亦即視行之度則求初虧復圓用時以食甚視行為比例較之以月距日實行為比例者必為近之且初虧復圓用時之東西差既不與食甚真時等則南北差亦不等雖以初虧復圓視行比例得時分而其時之兩心視相距亦未必與併徑等然則即以視行比例之時分與食甚真時相加減猶未必即為初虧復圓真時也近日西法初虧復圓各設一時為前設時求其兩心視相距如太陰在限西食甚真時在用時後如食甚用時兩心視相距與併徑

相去不遠則以食甚用時為初虧前設時小則向前設大則向後設太陰在限東食甚真時在月時前如食甚用時兩心視相距與併徑相去不遠則以食甚用時為復圓前設時小則向後設大則向前設又設一時為後設時亦各求其兩心視相距前設時兩心視相距小於併徑初虧向前設復圓向後設大於併徑初虧向後設復圓向前設乃以兩視距之較為一率兩設時之較為二率後設時兩心視相距與併徑之較為三率求得四率為初虧復圓真時距分與初虧復圓後設時相加減得初虧復圓真時前設時兩心視相距小於併徑初虧減復圓加大於併徑初虧加復圓減然後又以真時各考其兩心視相距果與併徑等方為定真時焉蓋初

虧兩周初切復圓兩周初離日月兩心視相距必與併徑等故務求其恰合而初虧復圓乃為確準也雖其數比舊法所差無多而其理甚為細密至於設時之法則亦猶食甚用時近時之義耳今亦如食甚之次第先求初虧復圓用時即前設時次求初虧復圓近時即後設時俾學者知設時之準而其求兩心視相距與以兩視距比例時分則猶是設時之法也既得初虧復圓兩心視相距與併徑等則求得併徑與高弧相交之角即為方位角圖說並詳於左

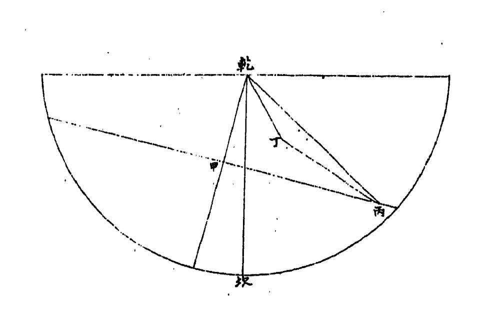
如雍正八年六月戊戌朔日食日月實併徑三十分一十八秒六五食甚用時午正二刻九分五十八秒九五乾甲兩心實相距在黃道北二十三分二十八秒四五甲乙兩心視相距五分三十八秒七四小於併徑遠甚故向前取午初



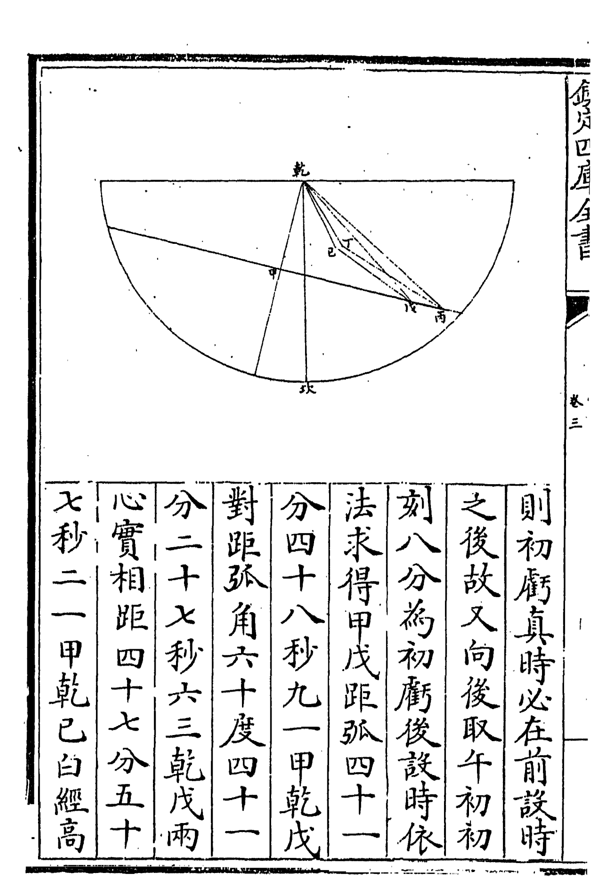
初刻四分為初虧前設時與食甚用時相減餘一時三十五分五十八秒九五與一小時兩經斜距二十七分一十六秒五六為比例得四十三分三十八秒〇一自甲向前截之於丙則丙點為初虧前設時月影心甲丙為初虧前設時

距弧求得甲乾丙角六十一度四十三分一十三秒四七為對距弧角乾丙邊四十九分三十二秒八三為初虧前設時兩心實相距又以初虧前設時赤經高弧交角二十九度五十六分五十一秒〇一取坎乾丁角午前赤經在高弧東故從赤經向西

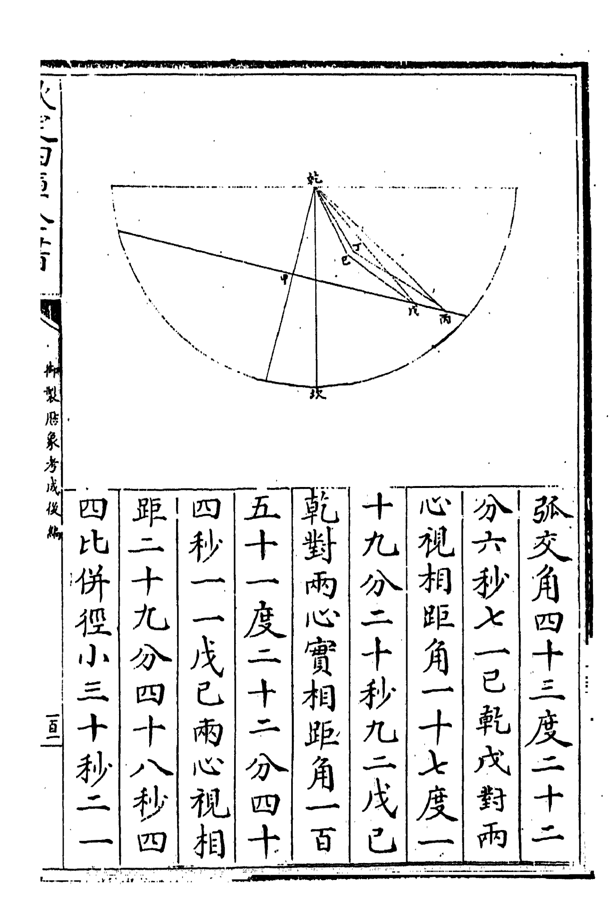
取高角以本時日距天頂二十一度四十九分一十一秒〇八之高下差二十分零百分秒之五十一取乾丁之分則丁點為初虧前設時日影心求得甲乾丁白經高弧交角四十五度三分六秒八七與甲乾丙對距弧角相減餘丁乾丙



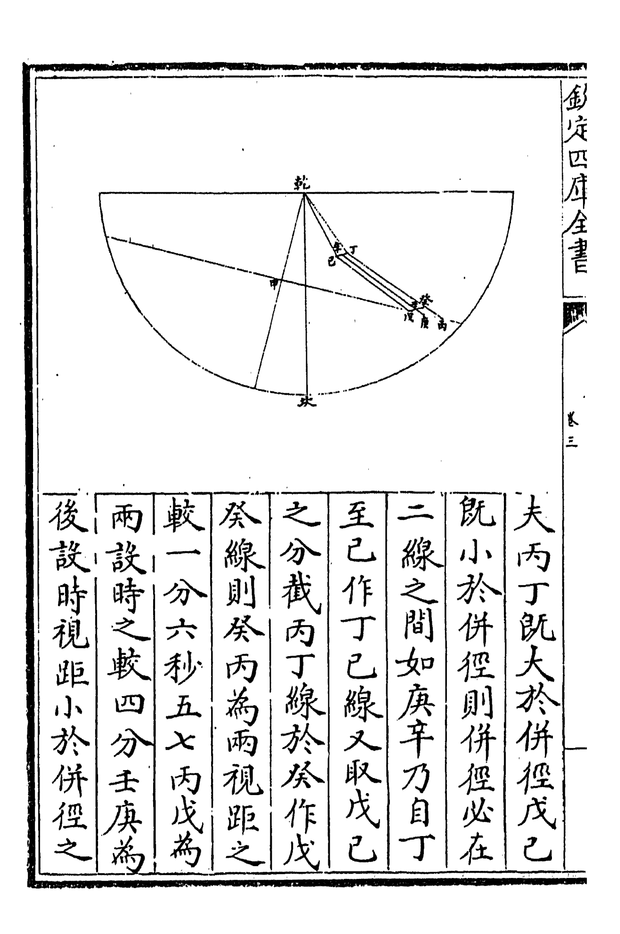
角一十六度四十分六秒六〇為對兩心視相距角用乾丁丙三角形求得丁角一百五十二度三十八分零百分秒之八十三為對兩心實相距角丁丙邊三十分五十五秒〇一為初虧前設時兩心視相距比併徑大三十六秒三六



則初虧眞時必在前設時之後故又向後取午初初刻八分為初虧後設時依法求得甲戊距弧四十一分四十八秒九一甲乾戊對距弧角六十度四十一分二十七秒六三乾戊丙心實相距四十七分五十七秒二一甲乾巳白經高

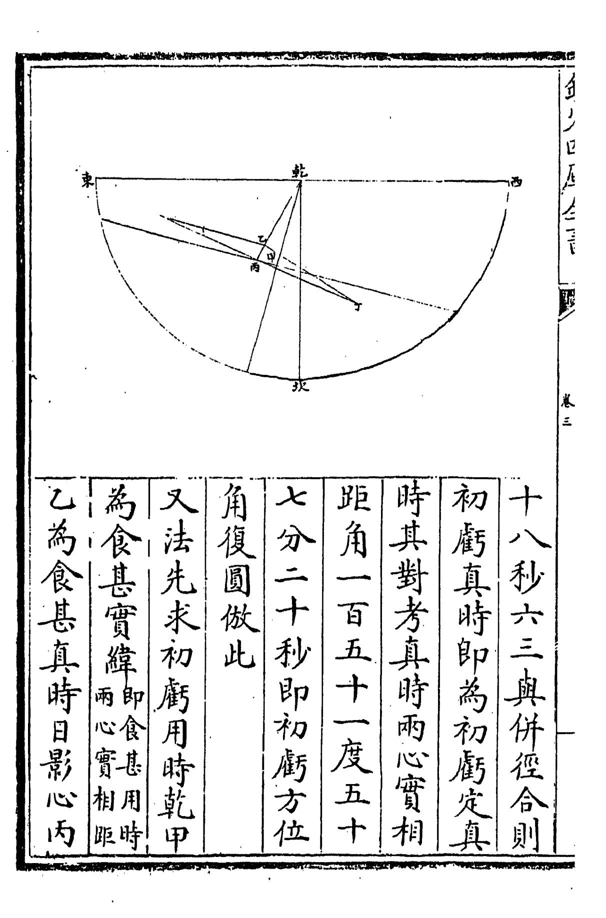


弧交角四十三度二十二分六秒七一巳乾戊對兩心視相距角一十七度一十九分二十秒九二戊巳乾對兩心實相距角一百五十一度二十二分四十四秒一一戊巳兩心視相距二十九分四十八秒四四比併徑小三十秒二一



夫丙丁既大於併徑戊己既小於併徑則併徑必在二線之間如庚辛乃自丁至己作丁己線又取戊己之分截丙丁線於癸作戊癸線則癸丙為兩視距之較一分六秒五七丙戊為兩設時之較四分壬庚為後設時視距小於併徑之

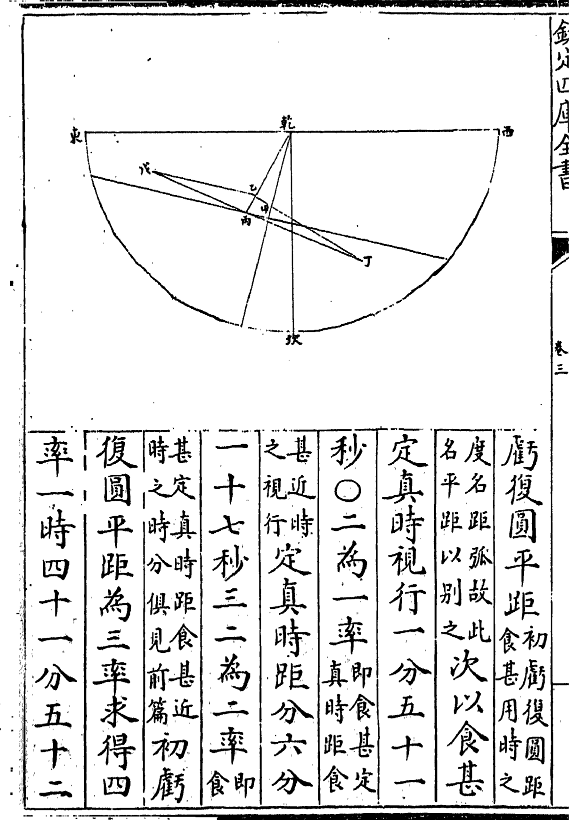
較三十秒二一以丙癸與丙戊之比同於壬庚與庚戊一分四十八秒九一之比為初虧真時距分與初虧後設時相減後設時兩心視相距小於併徑故減得午初初刻六分一十一秒〇九為初虧真時再以初虧真時考其兩心視相距果得三十分一



十八秒六三與併徑合則初虧真時即為初虧定真時其對考真時兩心實相距角一百五十一度五十七分二十秒即初虧方位角復圓倣此

又法先求初虧用時乾甲為食甚實緯即食甚用時兩心實相距乙為食甚真時日影心丙

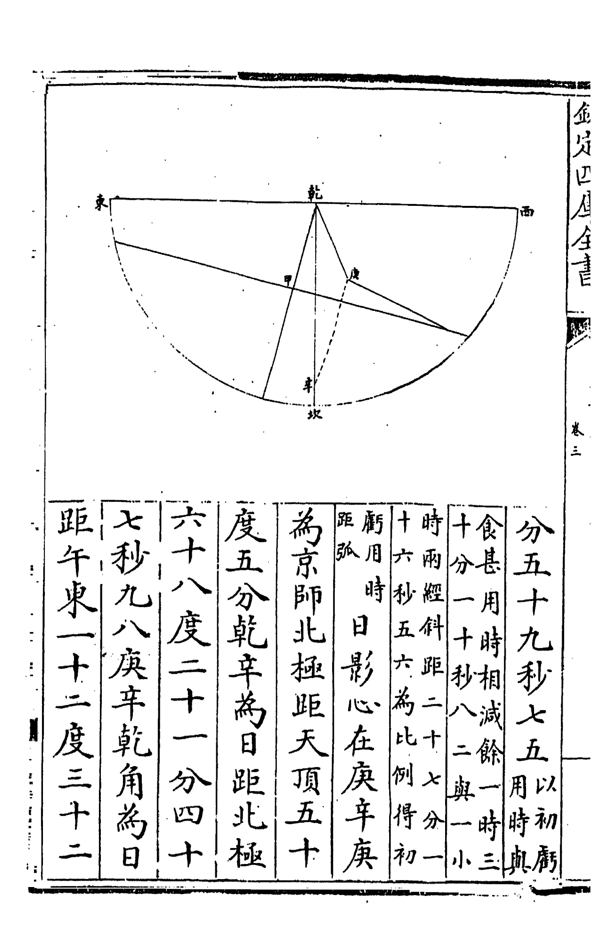
為食甚真時月影心乙丙為食甚真時兩心視相距四分二十九秒二四與乙丙取直角作線以日月併徑三十分一十八秒六五取乙丁乙戊之分合成乙丙丁乙丙戊兩勾股形求得丙丁股二十九分五十八秒六一與戊丙等為初



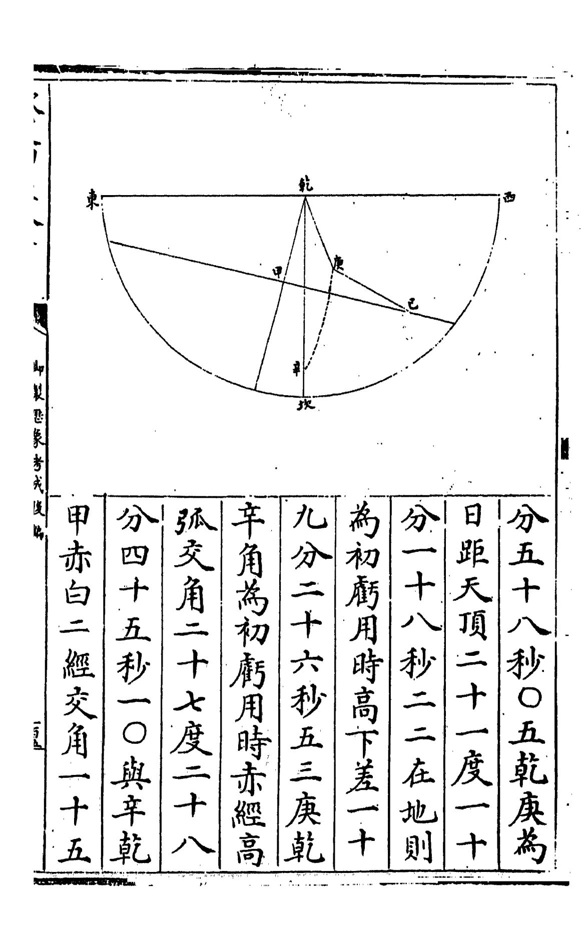
虧復圓平距初虧復圓距食甚用時之度名距弧故此名平距以別之次以食甚定真時視行一分五十一秒〇二為一率即食甚定真時距食甚近時之視行定真時距分六分一十七秒三二為二率即食甚定真時距食甚近時之時分俱見前篇初虧復圓平距為三率求得四率一時四十一分五十二

秒六六為初虧復圓用時距分與食甚定真時相減得午初初刻九分四十八秒一三為初虧用時以用時距分與食甚定真時相加得未正二刻三分三十三秒四五為復圓用時

初虧用時月影心在乙甲乙為初虧用時距弧四十

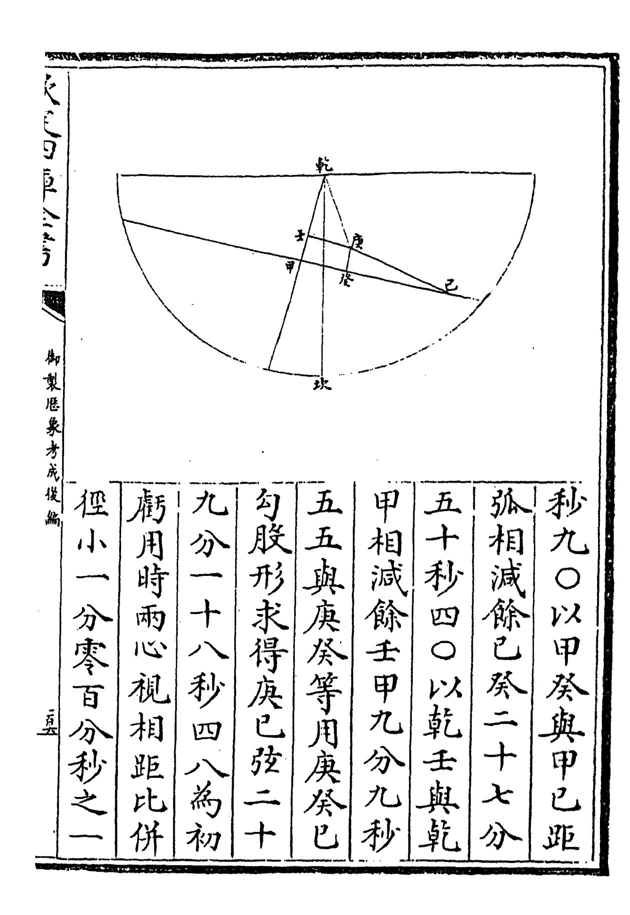


分五十九秒七五以初虧用時與食甚用時相減餘一時三十分一十秒八二與一小時兩經斜距二十七分一十六秒五六為比例得初虧用時距弧日影心在庚辛庚為京師北極距天頂五十度五分乾辛為日距北極六十八度二十一分四十七秒九八庚辛乾角為日距午東一十二度三十二



分五十八秒〇五乾庚為日距天頂二十一度一十分一十八秒二二在地則為初虧用時高下差一十九分二十六秒五三庚乾辛角為初虧用時赤經高弧交角二十七度二十八分四十五秒一〇與辛乾甲赤白二經交角一十五

度六分一十五秒八六相加得庚乾甲角四十二度三十五分零百分秒之九十六為初虧用時白經高弧交角赤經在高弧東白經又在赤經東故加庚壬為初虧用時東西差一十三分九秒三五與甲癸等乾壬為初虧用時南北差一十四分一十八



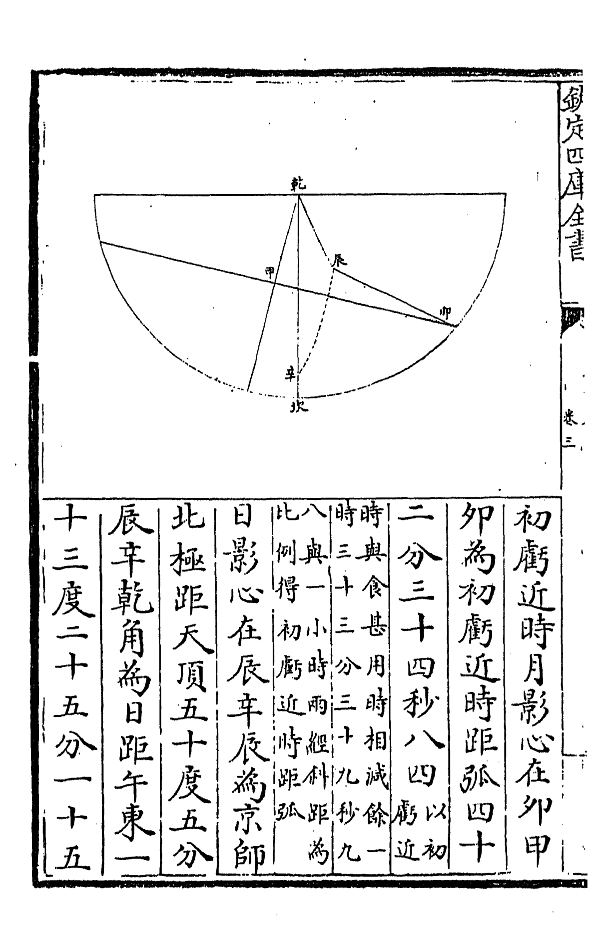
秒九〇以甲癸與甲己距弧相減餘己癸二十七分五十秒四〇以乾壬與乾甲相減餘壬甲九分九秒五五與庚癸等用庚癸己勾股形求得庚己弦二十九分一十八秒四八為初虧用時兩心視相距比併徑小一分零百分秒之一

十七則初虧真時必猶在用時前也乃以初虧用時兩心視相距為一率初虧用時距分為二率初虧用時兩心視相距小於併徑之較為三率求得四率三分二十九秒一六為初虧近時距分與初虧用時相減初虧用時兩心視相得距小於併徑故減

午初初刻六分一十八秒九七為初虧近時蓋就食甚真時乙點立算與庚巳平行作乙子綫與庚巳等即初虧用時兩心視相距自丙至子作丙子綫即初虧用時視行即初虧用時距食甚定真時之視行以時刻而論即初虧用時距分即初虧用時距食甚定真時之

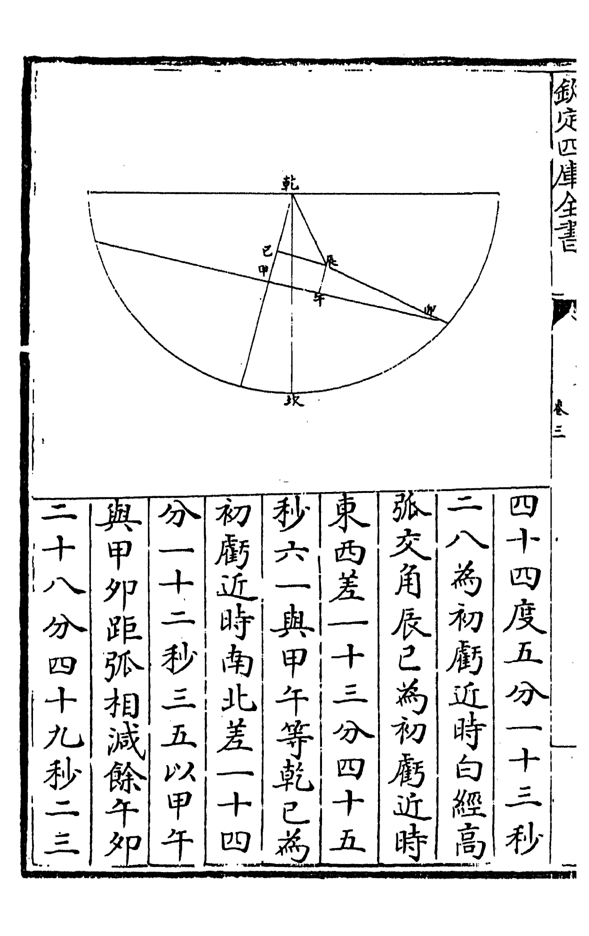
時分試將乙子線以併徑之分引長至丑則子丑即初虧用時兩心視相距小於併徑之較又將丙子線引長至寅使子丑寅與子乙丙戌同式形則乙子與行丙子弧時分之比即同於子丑與行子寅弧時分之比以子寅與丙子時分相

加初虧在食甚前時刻減而早則距食甚前之視行愈多故視行為加得丙寅與丙丑等故以丑點為初虧近時之月影心丙丑為初虧近時距食甚之視行其乙丑兩心視相距乃與併徑等也子丑寅與子乙丙為同式形則丙丑必長於丙寅然所差無多故以太陰視行臨於丑點為初虧近時



初虧近時月影心在夘甲夘為初虧近時距弧四十二分三十四秒八四（以初虧近時與食甚用時相減餘一時三十三分三十九秒九八與一小時兩經斜距為比例得初虧近時距弧）日影心在辰辛辰為京師北極距天頂五十度五分辰辛乾角為日距午東一十三度二十五分一十五

秒四五辰乾爲日距天頂二十一度三十三分一十七秒九四在地爲初虧近時高下差一十九分四十六秒六五辰乾辛角爲初虧近時赤經高弧交角二十八度五十八分五十七秒四二與辛乾甲赤白二經交角相加得辰乾甲角

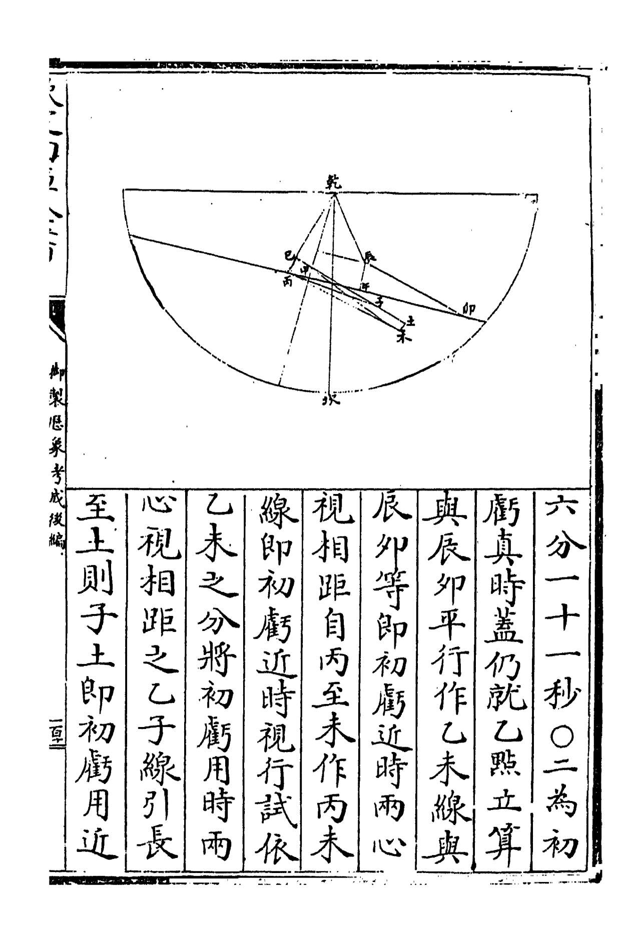


四十四度五分一十三秒二八為初虧近時白經高弧交角辰己為初虧近時東西差一十三分四十五秒六一與甲午等乾己為初虧近時南北差一十四分一十二秒三五以甲午與甲卯距弧相減餘午卯二十八分四十九秒二三

乾 巳 辰 甲 午 卯 坎

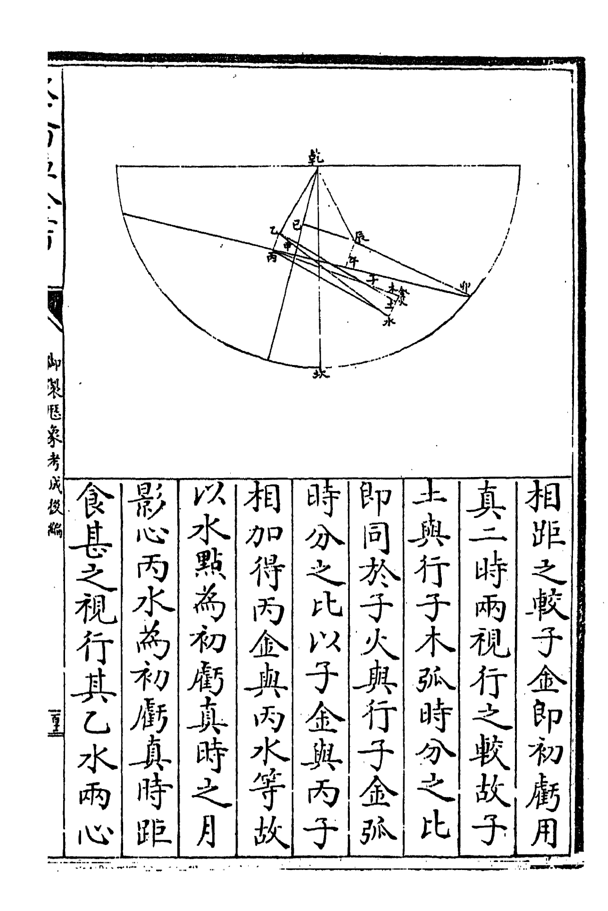
以乾巳與乾甲相減餘巳甲九分一十六秒一〇與辰午等用卯辰午勾股形求得辰卯弦三十分一十六秒四五為初虧近時兩心視相距比初虧用時兩心視相距大五十七秒九七而比併徑仍小二秒二〇則初虧真時必猶在近

時前也乃以用近二時兩心視相距之較五十七秒九七為一率近時距分三分二十九秒一六為二率用時兩心視相距小於併徑之較一分零百分秒之二十七為三率求得四率三分三十七秒一一與初虧用時相減得午初初刻

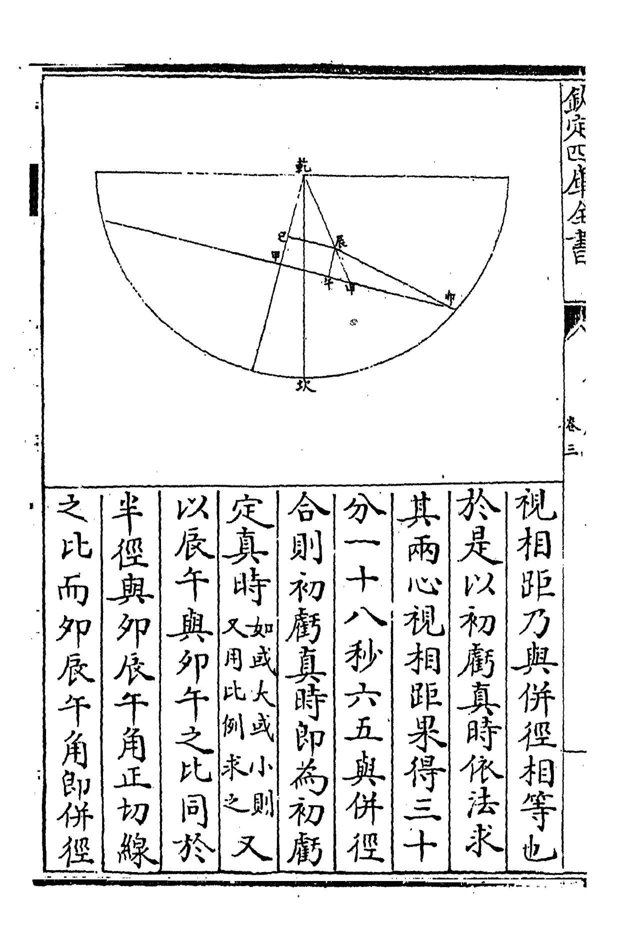


六分一十一秒〇二為初虧真時蓋仍就乙點立算與辰夘平行作乙未線與辰夘等即初虧近時兩心視相距自丙至未作丙未線即初虧近時視行試依乙未之分將初虧用時兩心視相距之乙子線引長至土則子土即初虧用近

二時兩心視相距之較依丙未之分將初虧用時視行之丙子線引長至木則子木即初虧用近二時兩視行之較又依併徑之分將乙子線引長至火與土木平行作火金線將丙木線引長合之於金則子火即初虧用真二時兩心視



相距之較子金即初虧用真二時兩視行之較故子土與行子木弧時分之比即同於子火與行子金弧時分之比以子金與丙子相加得丙金與丙水等故以水點為初虧真時之月影心丙水為初虧真時距食甚之視行其乙水兩心



視相距乃與併徑相等也於是以初虧真時依法求其兩心視相距果得三十分一十八秒六五與併徑合則初虧真時即為初虧定真時（如或大或小則又用比例求之）又以辰午與卯午之比同於半徑與卯辰午角正切線之比而卯辰午角即併徑

白經交角與申辰午白經高弧交角相減（辰午與乾甲平行卽日影所當白道經圈故申辰午角與辰乾甲角等申乾高弧在卯辰午角之內故減在外則加）餘卯辰申角為併徑高弧交角日在辰月在卯卯辰為併徑申乾為高弧申為上乾為下初虧方位為上偏右（邊角俱用初虧定真時五算因與初虧近時相去不

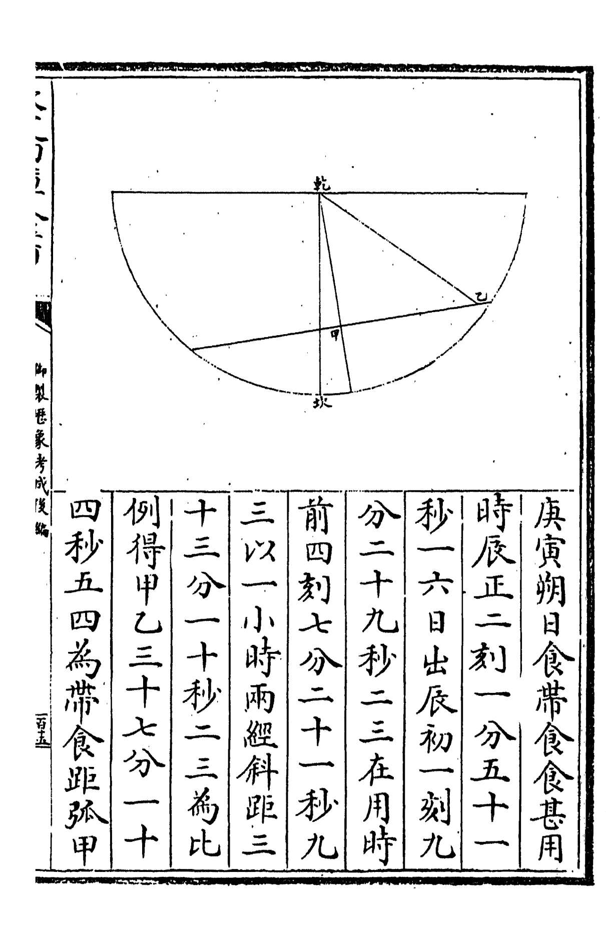
遠故借近時之圖以明之因即以併徑立算故質名之曰併徑高弧交角不必又求緯差角與黄道高弧交角相加減而後為定交角也復圓做此

求日食帶食

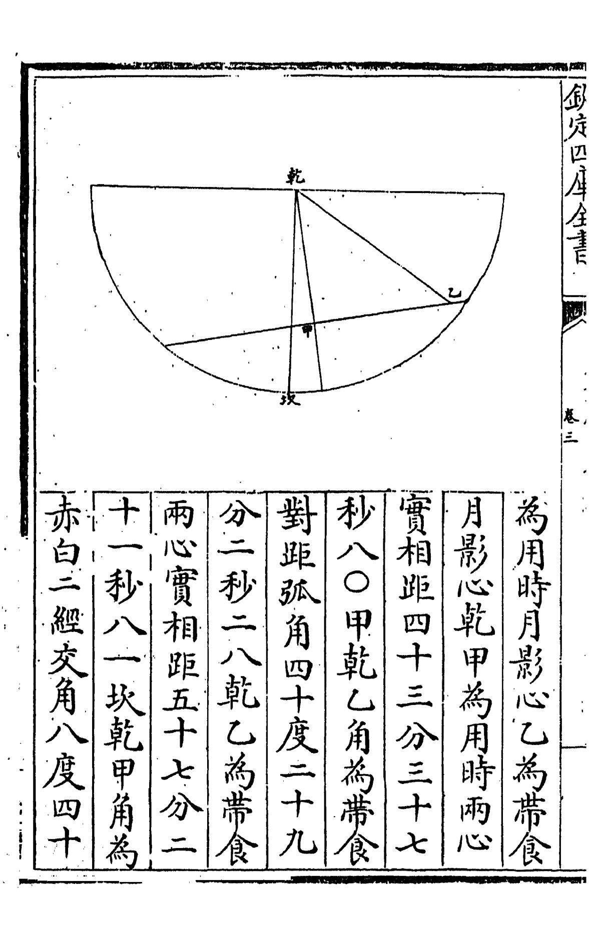
推日食帶食法舊以初虧復圓距時之視行帶食在食甚前用初虧視行帶食在食甚後用復圓視行與日出入距食甚之時分即帶食距時為比例得日出入距食甚之視行即帶食距弧而後與食甚視緯求其兩心視相距下編仍之今推食甚先求兩心視相距而後求視行初虧復圓止求兩心視相距更不求視行則帶食亦可逕求兩心視相距不待先求視行矣且舊法推視行雖不見初虧食甚或不見食甚復圓皆猶多此一算今逕求兩心視相距

則以地平為斷凡已初虧而帶出者止求帶出時之相距不用求初虧視行未復圓而帶入者止求帶入時之相距不用求復圓視行若已過食甚而帶出者即以帶食視緯求復圓用時未及食甚而帶入者即以帶食視緯求初虧用時固不用求視行亦不用求食甚其法甚為省便况視行不與白道平行帶食之視緯必不與食甚等則遲求帶食兩心視相距而不用視行者其理尤為確準也

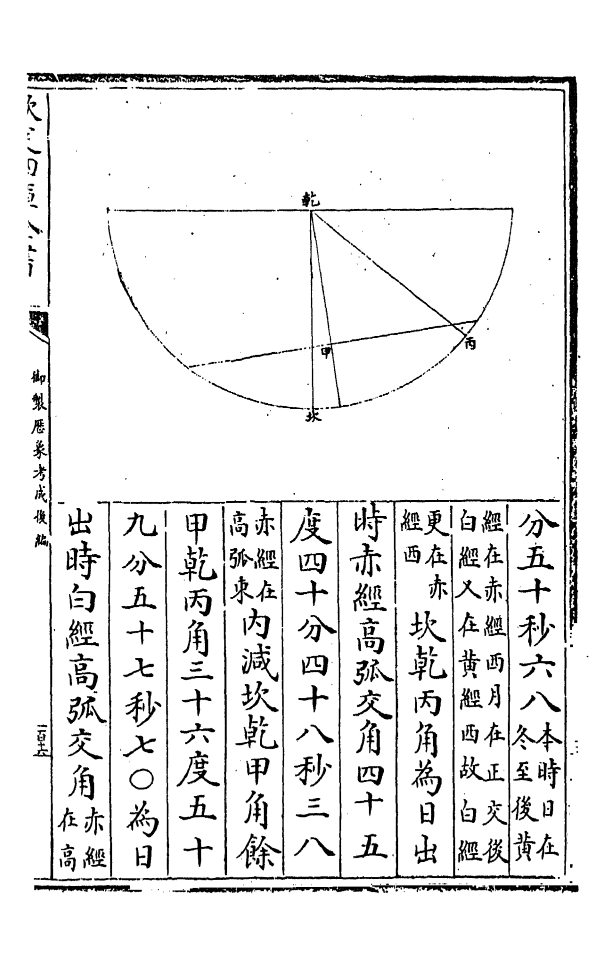
如雍正九年辛亥十二月



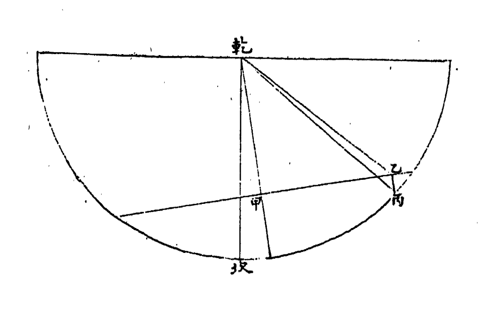
庚寅朔日食帶食食甚用時辰正二刻一分五十一秒一六日出辰初一刻九分二十九秒二三在用時前四刻七分二十一秒九三以一小時兩經斜距三十三分一十秒二三為比例得甲乙三十七分一十四秒五四為帶食距弧甲



為用時月影心乙為帶食月影心乾甲為用時兩心實相距四十三分三十七秒八〇甲乾乙角為帶食對距弧角四十度二十九分二秒二八乾乙為帶食兩心實相距五十七分二十一秒八一坎乾甲角為赤白二經交角八度四十

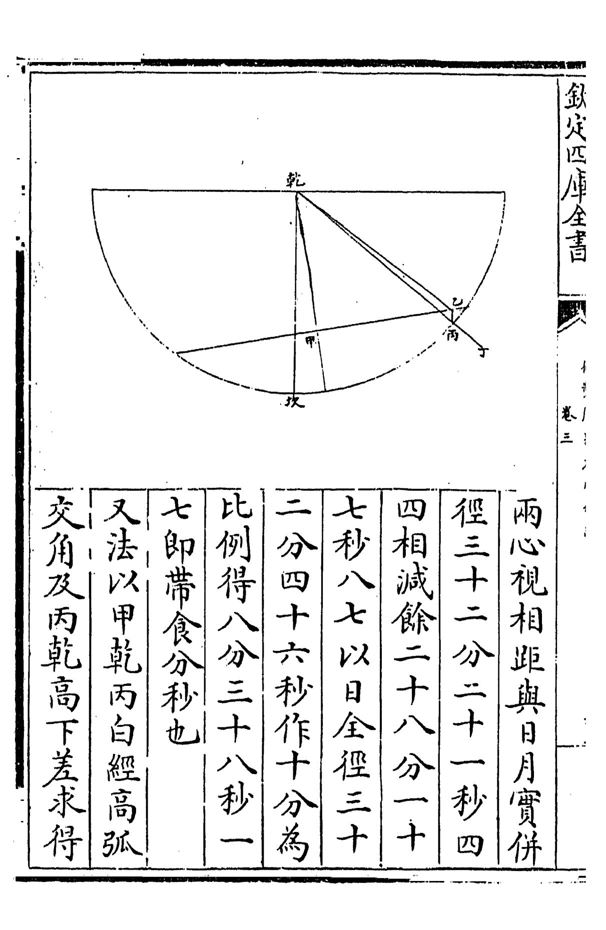


分五十秒六八本時日在冬至後黃經在赤經西月在正交後白經又在黃經西故白經更在赤經西坎乾丙角為日出時赤經高弧交角四十五度四十分四十八秒三八赤經在高弧東內減坎乾甲角餘甲乾丙角三十六度五十九分五十七秒〇為日出時白經高弧交角赤經在高



弧東白經在赤經西故以赤白二經交角與赤經高弧交角相減餘為白經高弧交角與甲乾乙對距弧角相減餘乙乾丙角三度二十九分四秒五八為帶食對兩心視相距角丙為帶食日影心丙乾為地平高下差五十九分二十秒二一用乾乙丙三角形求得丙角五十九

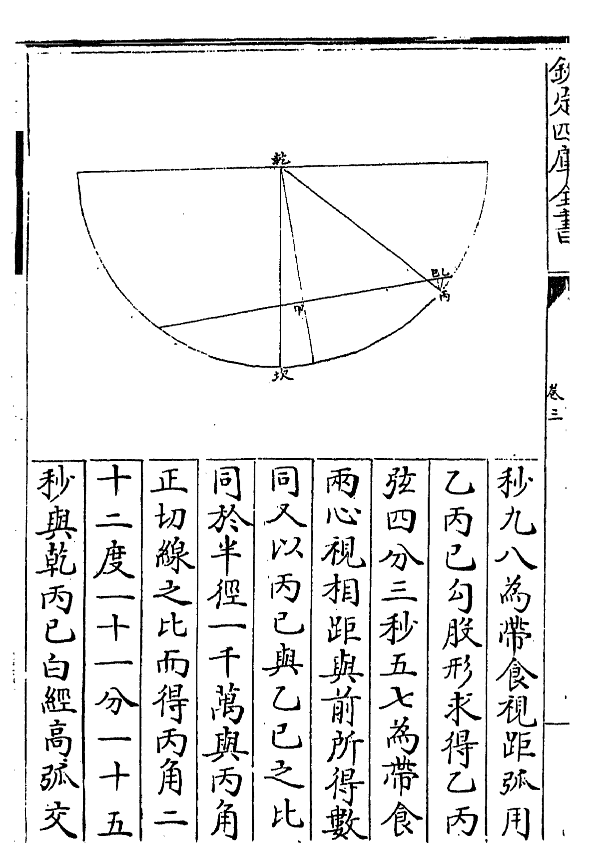
度一十一分一十七秒四七為帶食對兩心實相距角即帶食方位角與半周相減餘乙丙丁角一百二十度四十九分為帶食視距高弧交角方位角止用度分故不計秒丁為上乾為下帶食方位為右偏下又求得乙丙邊四分三秒五七為帶食



兩心視相距與日月實併徑三十二分二十一秒四四相減餘二十八分一十七秒八七以日全徑三十二分四十六秒作十分為比例得八分三十八秒一七即帶食分秒也

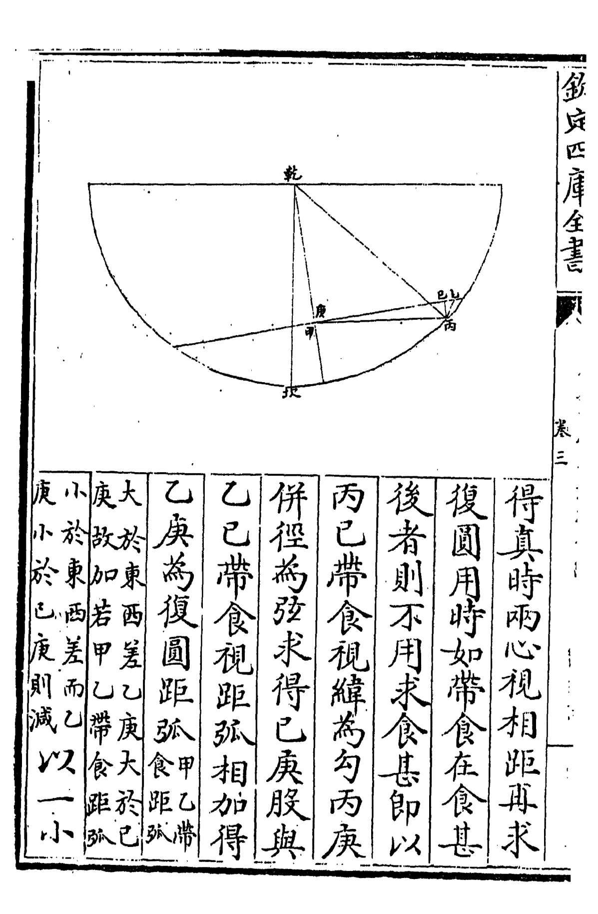
又法以甲乾丙白經高弧交角及丙乾高下差求得

戊丙東西差三十五分四十二秒五六與甲己等乾戊南北差四十七分二十三秒三三以乾甲實緯與乾戊南北差相減餘戊甲三分四十五秒五三與丙己等為帶食視緯以甲己東西差與甲乙帶食距弧相減餘乙己一分三十一



秒九八為帶食視距弧用乙丙已勾股形求得乙丙弦四分三秒五七為帶食兩心視相距與前所得數同又以丙已與乙已之比同於半徑一千萬與丙角正切線之比而得丙角二十二度一十一分一十五秒與乾丙已白經高弧交

角相加（乾丙己角與甲乾丙角等）得乙丙乾角五十九度一十一分與半周相減餘乙丙丁角一百二十度四十九分為帶食視距高弧交角亦與前所得數同此乙丙視距未與視行成直角（甲乙雖非視行然相去不遠）帶食在食甚前必按求食甚真時之法求



得真時兩心視相距再求復圓用時如帶食在食甚後者則不用求食甚即以丙己帶食視緯為勾丙庚併徑為弦求得己庚股與乙己帶食視距弧相加得乙庚為復圓距弧甲乙帶食距弧大於東西差乙庚大於己庚故加若甲乙帶食距弧小於東西差而乙庚小於己庚則減以一小

時兩經斜距為比例即得復圓距時與日出時刻相加即得復圓用時也帶食出地復圓在日出後故加若帶食入地初虧在日入前則減帶食入地者倣此

御製歷象考成後編卷三